

La Universidad de Costa Rica (UCR) y la Organización para Estudios Tropicales (OET)

presentan:

Ecología Tropical y Conservación 2003-2

Coordinadores: Gilbert Barrantes
Johel Chaves

Asistente: Julin Weng

La Universidad de Costa Rica (UCR) y la
Organización para Estudios Tropicales (OET)

presentan:

Ecología Tropical y Conservación 2003-2



Coordinadores: Gilbert Barrantes
Johel Chaves

Asistente: Julin Weng

INDICE

LOS PROTAGONISTAS.....	1
------------------------	---

PARRITA	2
Fotos de Parrita	3

Proyectos de grupo

REACCIÓN DE LAS TERMITAS <i>NASUTITERMES</i> SP. (ISOPTERA: <i>NASUTITERMITINAE</i>) A DIFERENTES PERTURBACIONES. Marcelo Ardón, Alain Carretero, Gabriel Colorado, Gustavo Londoño, Ruth Percino, Delicia Pino, Irene Zager	4
--	---

Coordinadores: Gilbert Barrantes, Johel Chaves & Ju-Ling Weng

FUNCIÓN DE LOS ESTABILIMENTOS EN LA ARAÑA <i>GASTERACANTHA CANCRIFORMES</i> (ARANEIDAE): ATRAER O EVITAR ? Elizabeth Osorio, Xyomara Carretero, Luciano Lopes, Carlos Martínez, Monica Olazabal, Josué Ramírez, David Suárez.....	9
Coordinador: William Eberhard	

¿ES POSIBLE PREDECIR LA RIQUEZA DE PLANTAS EPÍFITAS ASOCIADAS A LOS TALLOS DE LA PALMA AFRICANA <i>ELAEIS GUINEENSIS</i> ? Juan Carlos Villarreal, Luciana Elizalde, Evelyn Astudillo, Rosalía B. Fariña, Jimena Forero, Rodrigo Becerra, Luis R. González.....	14
Coordinador: Esteban Alvarez	

Proyectos independientes

ARAÑAS LADRONAS: INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA ARAÑA <i>GASTERACANTHA CANCRIFORMES</i> Y SU TELA. Xyomara Carretero, Luciano Lopes y Elizabeth Osorio	20
--	----

RESPUESTA DE <i>PLESIOMETA ARGYRA</i> (ARACNIDA: TETRAGNATHIDAE) A LA DESTRUCCIÓN DE LAS TELARAÑAS EN INDIVIDUOS JÓVENES Y ADULTOS. Irene Zager, Luis Roberto González & Gabriel Colorado	24
--	----

LAS TERMITAS NO SE MAMAN: TASA DE REPARACIÓN DE DAÑOS A TERMITEROS DEL GÉNERO <i>NASUTITERMES</i> . Jimena Forero, Gustavo Londoño y Juan Carlos Villarreal A.....	29
---	----

DIPLOMACIA BIOLÓGICA: ¿QUÉ TIPO DE RELACIÓN EXISTE ENTRE <i>VIGNA</i> Y <i>CAMPONOTUS</i> ? Alain Carretero, Luciana Elizalde y Ruth Percino Daniel	33
--	----

RELACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES DE <i>ANARTIA FATIMA</i> (LEPIDOPTERA, NYMPHALINAE) Y PLANTAS VISITADAS. Rodrigo Becerra, Rosalía Fariña y Mónica Olazabal	39
--	----

ESTRATIFICACIÓN DE APHYLLOPHORALES Y CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS EN PILAS DE HOJARASCA DE PALMA AFRICANA. Marcelo Ardón, David Suárez y Josué Ramírez	42
--	----

SELECCIÓN DE HÁBITAT DEL GECO DE CABEZA AMARILLA (<i>GONATODES ALBIGULARIS</i>) EN UNA PLANTACIÓN DE PALMA AFRICANA (<i>ELAEIS GUINEENSIS</i>). Carlos C. Martínez Rivera, Evelyn Astudillo Sánchez & Delicia Pino Garay	47
---	----

CUERICI	50
Fotos de Cuerecí	51

Proyectos de grupo

VARIACIÓN ALOMÉTRICA DEL <i>VACCINIUM CONSANGUINEUM</i> KLOTZCH (ERICACEAE) A TRAVÉS DE UN GRADIENTE ALTITUDINAL. David Suárez, Marcelo Ardon, Gabriel Colorado y Ruth Percino-Daniel.....	52
Coordinador: Esteban Álvarez	

EFFECTOS DE LAS CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS A NIVEL DEL SUELO EN LA SUPERVIVENCIA DE <i>HYPERICUM</i> SPP. EN UN AMBIENTE DE PÁRAMO. Gustavo Londoño, Luciano Lopes, Alain Carretero, Rosalía Fariña, Irene Zager	57
Coordinador: Fermín Rada	

RESPUESTA DE <i>LAMOUREUXIA LANCEOLATA</i> (SCROPHULARIACEAE) A LA EXTRACCIÓN DE NÉCTAR. Jimena Forero-Montaña, Elizabeth Osorio, Juan Carlos Villarreal, Delicia Pino	63
Coordinadora: María Clara Castellanos	

EFFECTO DE ACAROS EN EL PLUMAJE DE <i>DIGLOSSA PLUMBEA</i> Y OTRAS AVES EN LA ESTACION BIOLOGICA CUERICI Evelyn Astudillo, Xyomara Carretero, Carlos Martinez, Monica Olazabal	67
Coordinador: Edgardo Arevalo	

¿LAS HEMBRAS SIEMPRE ELIGEN LO MÁS GRANDE? SELECCIÓN SEXUAL EN COLEÓPTEROS DE LA FAM. MALACHIIDAE. Josué Ramirez, Rodrigo Becerra, Luciana Elizalde, Luis R. González, Ju-Lin Wen	71
Coodinador: Rogelio Macías Ordoñez	

Proyectos independientes

RADIACIÓN SOLAR: ¿COMO SE PROTEGE EL <i>SENECIO</i> SP. EN EL PÁRAMO? EFFECTO DE LA DEGRADACIÓN DE UN BOSQUE SOBRE LA BIOMASA DE TRES ESPECIES DE HELECHOS. Xyomara Carretero, Alain Carretero & Josué Ramírez	80
---	----

EFFECTO DE LA DEGRADACION DE UN BOSQUE SOBRE LA BIOMASA DE TRES ESPECIES DE HELECHOS Rodrigo Becerra, Juan Carlos Villarreal y David Suárez	86
--	----

VISITAS DE NECTARÍVOROS A *ESCOBEDIA* SP. Y *LAMOROUXIA LANCEOLATA* (SCROPHULARIACEAE) EN LUGARES CON DIFERENTES CANTIDADES DE FLORES

Gustavo Londoño, Jimena Forero, & Elizabeth Osorio92

PARA TI PEGAJOSO, PARA MI SABROSO: INTERACCIÓN *ESCOBEDIA* SP. Y UN CHINCHE DE LA FAMILIA MIRIDAE.

Luciana Elizalde, Delicia Pino, Marcelo Ardón100

¿LOS ESCOGEN SUAVES Y HÚMEDOS? SELECCIÓN DE TRONCOS CAÍDOS POR ESCARABAJOS DE LA FAMILIA PASSALIDAE (COLEOPTERA).

Ruth Percino-Daniel, Monica Olazaba Loayza y Rosalia Pariña Cardoso105

RESPUESTA DE LOS MACHOS DE *COLIBRÍ THALASSINUS* A LA LLAMADA DE UN INTRUSO DE SU MISMA ESPECIE.

Carlos C. Martínez, Evelyn K. Astudillo, Luciano Lopes110

INTERACCION PLANTA-COLIBRI: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS EN CARGAS DE POLEN DE COLIBRIES EN CUERICI, COSTA RICA.

Irene Zager & Luis R. González115

PALO VERDE122

Fotos de Palo Verde123

Proyectos de grupo

USO DE LAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS DE LOS MICROHABITATS DENTRO DE LA LAGUNA PALO VERDE.

Rodrigo Becerra, Rosalía Fariña, Marcelo Ardón, Carlos Martínez, Jimena Forero Montaña124

Coordinador: Kerry Rabenold

CHIKUITITO PERO PICOSO: SELECCIÓN SEXUAL DE MACHOS EN GERRIDAE.

Luciano Lopes, Ruth Percino-Daniel, Juan Carlos Villarreal, Monica Olazabal, Xyomara Carretero129

Coordinador: Rogelio Macías-Ordoñez

REACCIÓN DE *PSEUDOMYRMEX SPINICOLA* A LA PRESENCIA DE INDIVIDUOS DE OTRA COLONIA.

Delicia Pino, Elizabeth Osorio, Evelyn Astudillo, Alain Carretero, Josué Ramírez, Gabriel Colorado135

Coordinador: Frank Joyce

RECONOCIMIENTO DE LAS TRAMPAS DEL LEÓN DE HORMIGAS (*MYRMELION* SP.) POR LA HORMIGA *ECTATOMA RUIDUM*.

David Suárez, Irene Zager, Luciana Elizalde, Luis R. González, Gustavo Londoño139

Coordinador: Bill Wcislo

Proyectos independientes

FRECUENCIA DE FORRAJE O EN JUVENILES DE *Jacana spinosa*: EFECTO DEL GRUPO.

Irene Zager & Gabriel Colorado142

ASPECTOS DEL COMPORTAMIENTO Y ALIMENTACIÓN EN PICHONES DE *JABIRU MYCTERIA*.

Evelyn K. Astudillo Sánchez & Josué Ramírez Romero148

¿QUÉ COME UN GRUPO DE MONOS CARA BLANCA (*CEBUS CAPUCINUS*) EN UN DÍA?

Xyomara Carretero & Gustavo Londoño151

ANUROS ASOCIADOS A CUERPOS DE AGUA EN LA EPOCA DE SEQUIA DEL BOSQUE SECO TROPICAL PALO VERDE.

Carlos C. Martínez & Ruth Percino-Daniel158

CONSECUENCIAS DE LA RELACIÓN *ACACIA COLLINSII* - *PSEUDOMYRMEX* SPP. EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS Y REBROTES DE *ACACIA COLLINSII*.

Alain Carretero & Delicia Pino161

ORIENTACION DE *Pseudomyrmex spinicola* EN RESPUESTA A PERTURBACIONES EN *Acacia collinsii*.

Rosalía Fariña & Juan Carlos Villarreal166

BATALLAS Y CONFLICTOS REALES: LAS REINAS DE *PSEUDOMYRMEX* Y LA BÚSQUEDA DEL CUERNO VACÍO DE *ACACIA*.

Luciana Elizalde y Luciano Elsinor Lopes170

Ectatomma ruidium BURRAS BURRAS NO SON, APRENDEN LENTAS PERO SEGURAS.

David Suárez176

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *DYSDERCUS BINOCULATUS* (HEMIPTERA, PHYRROCORIDAE) SOBRE *MALVABISCUS ARBOREUS* (MALVACEAE).

Rodrigo Becerra & Mónica Olazábal180

HERBIVORÍA EN *JACQUINIA NERVOSA* (THEOPHARASTACEAE).

Elizabeth Osorio & Jimena Forero-Montaña184

¿CUÁLES SON LAS ESTRATEGIAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA TRAMPA DE *MYRMELION* SP. (MYRMELIONTIDAE: NEUROPTERA) EN LA ÉPOCA HÚMEDA?

Marcelo Ardón y Luis R. González188

POCOSOL191

Fotos de Pocosol192

Proyectos de grupo

HERBIVORIA EN HOJAS JÓVENES DE INGA SPP. SE TE ANTOJAN ROJAS?
Gustavo A. Londoño, Elizabeht Osorio, Luciana Elizalde, Monica Olazábal, Evelin Astudillo193

Coordinadora: Mary Ann de la Fuente

PREDACION DE AGALLAS DE CECIDOMYIIDAE POR EL PARASITOIDE
PLATYGASTER SP. (PLATYGASTRIDAE)
Xyomara Carretero P., Rodrigo Becerra, Carlos Martínez, Ruth Percino, Delicia Pino, David Suarez198

Coordinador: Paul Hanson

EVALUACIÓN DE TRES INDICES DE BIOMONITOREO EN QUEBRADAS DE UN
BOSQUE HUMEDO

Marcelo Ardón, Rosalia, Jimena Forero-Montaña, Luis, Josué201

Coordinador: Wills Flower

SELECCIÓN DE *PENTAGONIA DONNELL-SMITHII* (RUBIACEAE) PARA TIENDAS
DE MURCIÉLAGOS: AISLAMIENTO, ALTURA Y TAMAÑO DE HOJAS
Alain Carretero, Irene Zager, Juan Carlos Villarreal, Gabriel Colorado, Luciano Lopes, Johel Chaves205

Coordinador: Bernal Rodríguez

Proyectos independientes

¿HOJAS ROJAS MÁS SABROSAS?: EFECTO DE LAS ANTOCIANINAS EN LA
HERBIVORÍA DE DOS ESPCIAS DE *COSTUS*
Josué Ramírez Romero211

INFLUENCIA DE AGALLAS DE CECIDOMYIIDAE EN EL EXITO REPRODUCTIVO DE
PIPER HISPIDUM
Alain Carretero214

¿ME COMEN MAS QUE A MIS VECINAS?: HERBIVORIA EN *PSYCHOTRIA* SP.
Delicia Pino Garay219

VARIABLES RELACIONADAS CON EL NÚMERO DE AGALLAS DE UN
CECIDOMYIIDAE (DIPTERA) SOBRE *PIPER HISPIDUM* (PIPERACEAE)
Rodrigo Martín Becerra223

PARASITOIDES EN AGALLAS DE *PIPER HISPIDUM*. JUNTITOS O SEPARADOS
Ruth Percino-Daniel227

HÚMEDO O NO??? CONDICIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE
CEPHALOLEIA EN HOJAS ENROLLADAS DE *HELICONIA*
Rosalía Fariña230

DEPREDACIÓN Y ATAQUE DE HONGOS EN SEMILLAS DE <i>IRIARTEA DELTOIDEA</i> (ARECACEAE): EFECTO DE LA DISTANCIA A LA FUENTE SEMILLERA Gabriel Colorado	234
COLONIZACIÓN DE PECÍOLOS DE <i>CECROPIA</i> SP. A DISTINTAS ALTURAS POR <i>SCOLYTODES</i> SPP. Gustavo Adolfo Londoño	237
ALIMENTACIÓN EN <i>MYRMELACHISTA</i> SP. (FORMICIDAE: FORMICINAE): OBRERAS CON OVARIOS BIEN PUESTOS Luciana Elizalde	242
VIVES, COMES O VISITAS <i>AURICULARIA DELICATA</i> (FR.) HENN David Suárez	246
EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO EN LA COLONIZACIÓN DE SUSTRATOS ARTIFICIALES POR HYDROPSICHIDAE Marcelo Ardón	250
SELECCIÓN DE INDIVIDUOS DE <i>PENTAGONIA DONNELL-SMITHII</i> (RUBIACEAE) PARA TIENDAS DE MURCIÉLAGOS: ALTURA Y COBERTURA Irene Zager Fernández	254
HOJAS COMO RECURSO LIMITANTE? UN CASO DE TIENDAS DE MURCIELAGOS Xyomara Carretero Pinzón	261
EFECTO DE GRUPO EN LA ACTIVIDAD DE CANTO DE <i>RANA VAILLANTI</i> Carlos César Martínez Rivera	266
EFECTO DE LOS PIGMENTOS ROJOS EN LA TASA DE HERBIVORÍA DE DOS ESPECIES DE <i>BEGONIA</i> (<i>B. GLABRA</i> Y <i>B. MULTINERVIA</i>) Luis Roberto González Torres	271
HERBIVORÍA EN <i>PIPER HISPIDUM</i> (PIPERACEAE) BAJO DIFERENTES COBERTURAS Jimena Forero-Montaña	273
¿ESTÁN LAS HOJAS DE <i>PIPER HISPIDUM</i> S.W RELACIONADAS CON LA PRODUCCIÓN DE INFLORESCENCIAS? Elizabeth María Osorio G.	276
LA PRESENCIA DE LIQUENES COMO FACTOR LIMITANTE EN LA HERBIVORIA DE <i>IRIARTEA DELTOIDEA</i> (PALMAE) Mónica Olazábal Loayza	278
RELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD DE FORRAJE O EN HORMIGAS Y LA PRODUCCIÓN DE NÉCTAR EN NECTARIOS EXTRAFLORALES DE <i>INGA</i> SP. Evelyn K. Astudillo Sánchez	281
HAY COMPETENCIA EN LOS PECÍOLOS DE <i>CECROPIA</i> ? Luciano Lopes	284

QUIENES COLONIZAN LAS HOJAS: LÍQUENES FOLÍCOLAS O BRIOFITAS?

Juan Carlos Villarreal A.288

LA SELVA.....291

Fotos de La Selva292

Proyectos de grupo

TAMAÑO DE LA HOJA Y EFICIENCIA DE FORRAJEEO EN *Atta cephalotes*

Evelyn K. Astudillo, Luciano Lopes, Mónica Ollazabal, David Suárez, Juan Carlos Villarreal, Jimena Forero293

Coordinador: Carlos Cordero

ATRACCIÓN DE MACHOS DE ABEJAS EUGLOSSINAS: RIQUEZA Y ABUNDANCIA EN TRES COBERTURAS VEGETALES

Gabriel Colorado, Elizabeth Osorio, Alain Carretero, Luis González, Gustavo Londoño297

Coordinadores: Ju lin Weng y Tupac Otero

ARTROPODOS SIMBIONTES DE LA TELA EN PLANCHA DE LA ARAÑA *Tengella radiata* (FAM. TENGELLIDAE)

Luciana Elizalde, Xyomara Carretero, Carlos Martínez Rivera, Rodrigo Becerra, Delicia Pino301

Coordinadora: Vivian Méndez

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PECES EN UNA QUEBRADA DE BOSQUE LLUVIOSO

Marcelo Ardón, Ruth Percino-Daniel, Josué Ramírez, Irene Zager, Rosalía Fariña304

Coordinadores: Johel Chaves & Marco Rodríguez

Proyectos independientes

ASOCIACIONES MICORRÍTICAS ENTRE *Ionopsis utricularioides*. (ORQUIDACEAE) Y RIZOCTONIA

Jimena Forero-Montaña309

EFFECTO DE LA COLONIZACIÓN HEPÁTICAS EPÍFILAS SOBRE LAS HOJAS DE *ISCHNOSIPHON* SP. (MARANTHACEAE)

Juan Carlos Villarreal A.311

CLARIDAD EN CLAROS, ACLARO: PATRONES DE REGENERACIÓN DE CLAROS JÓVENES DE BOSQUE MADURO, LA SELVA, COSTA RICA

Josué Ramírez Romero314

PARCELAS DE SUCESIÓN, ¿MALAS VECINAS PARA EL BOSQUE PRIMARIO???

Rosalía Fariña318

INFLUENCIA DEL TIPO DE FILOTAXIA DE LAS HOJAS DE *Hamelia patens*

(RUBIACEAE) EN LA PRODUCCIÓN DE FLORES. Delicia Pino.....321

TENDENCIAS POBLACIONALES EN <i>Socratea durissima</i> (PALMAE) A NIVEL DE HÁBITAT Rodrigo Martín Becerra	324
INFLUENCIA DE LOS GRADIENTES DE COMPACTACIÓN, PH Y HUMEDAD DE LOS SUELOS PRÓXIMOS A SENDEROS SOBRE LA DENSIDAD DE PLÁNTULAS EN UN BOSQUE TROPICAL HÚMEDO Luis Roberto González Torres	329
LAS SENDAS TURÍSTICAS Y LA FAUNA DE MACROINVERTEBRADOS TERRESTRES EN LA RESERVA BIOLÓGICA "LA SELVA" Alain Carretero	333
¿TIENEN LOS MACROINVERTEBRADOS ALGUNA PREFERENCIA ENTRE HOJAS DE <i>FICUS INSIPIDA</i> ? Marcelo Ardón	338
FÓRIDOS DECAPITADORES: VISIÓN DE <i>NEODOHRNIPHORA CURVINERVIS</i> (DIPTERA: PHORIDAE), PARASITOIDE DE <i>ATTA CEPHALOTES</i> Luciana Elizalde	342
TAMAÑO DE HOJAS CARGADAS POR HORMIGAS CORTADORAS; CUANTO MÁS MEJOR? Luciano E. Lopes	350
LOS PECES CONSUMEN MAS LOS FRUTOS ASOCIADOS A LAS ORILLAS DE LOS RIOS? Gustavo Adolfo Londoño	356
DENSIDAD DE <i>Dendrobates pumilio</i> (ANURA: AMPHIBIA) EN BOSQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA LA SELVA Ruth Percino-Daniel	360
DEFENSA DE TERRITORIO POR EL LAGARTIJO DE BOSQUE, <i>NOROPS HUMILIS</i> , EL TAMAÑO NO IMPORTA Carlos César Martínez Rivera	364
¿DONDE ESTAN LOS CHANCHOS? USO DEHABITAT DEL SAINO (<i>Tayassu tajacu</i>) Xyomara Carretero Pinzón	368
RELACIÓN DE LA MORFOMETRÍA DE AVES CON GREMIOS ALIMENTICIOS Gabriel Colorado	372
MAS VALE MALO CONOCIDO QUE BUENO POR CONOCER. INTERACCIÓN DROSOFILIDOS Y <i>Oudemasiella canarii</i> (Jungh.)Höhn (TRICHOLOMATACEAE) David Suárez	377
ASOCIACIÓN DE <i>IONOPSIS UTRICOLARIOIDES</i> (ORCHIDACEAE) Y <i>RIZOCTONIASP</i> (MICORRIZAS) EN DIFERENTES SUSTRATOS Elizabeth María Osorio Gil	380

DAÑO CAUSADO POR *TAYASSU TAJACU* EN *DIEFFENBACHIA LONGISPATHA*
(ARACEAE)

Mónica Olazábal Loayza383

PERCHAS: UN RECURSO LIMITANTE PARA LAS HEMBRAS DE
NEODOHRNIPHORA CURVINERVIS (DIPTERA: PHORIDAE)

Evelyn K. Astudillo Sánchez385

¿DÓNDE ESTÁN LAS TIENDAS? EFECTO DEL TAMAÑO Y DUREZA DE LAS HOJAS
EN LA CONSTRUCCIÓN DE TIENDAS DE MURCIÉLAGOS

Irene Zager Fernández387

CACAO391

Fotos de Cacao392

Proyectos de grupo

PLAN DE MANEJO DEL PARQUE NACIONAL EL CUBO

Alain Carretero, Delicia Pino, Gustavo Londoño, Juan Carlos Villareal, Luciano Lopes,
Ruth Percino Daniel, Xiomara Carratero.....393

Coordinadora: Clodín Sierra

PROPUESTA DE MÉTODOS PARA LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS DESTINADOS
A LA CONSERVACIÓN

Elizabeth Osorio, Luis Gonzales, David Suarez, Josué Ramírez, Rodrigo Becerra,
Marcelo Ardón, Luciana Elizalde.....402

Coordinador: Johnny Rosales

PLAN ESTRATEGICO PARA EL DESARROLLO DE LA RESERVA ECOLOGICA
VOLCAN CACAO

Irena Zager, Mónica Olazábal, Carlos Martínez, Rosalía Fariña, Gabriel Colorado,
Jimena Forero, Evelyn Astudillo407

Coordinador: Mitch Aides

Los pensamientos más elevados del 2003-2412

Fotos414

Direcciones423

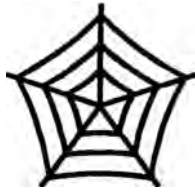
Palabras clave425

LOS PROTAGONISTAS

Profesores	Lugar	Campo de estudio
Bill Eberhard	Parrita	Arañas, evolución
Esteban Álvarez	Parrita, Cuericí	"Modelos", comunidades
Fermín Rada	Cuericí	Ecofisiología vegetal
Edgardo Arévalo	Cuerecí	Ornitología
María Clara Castellano	Cuerecí	Evolución de síndromes
Rogelio Macías	Cuerecí, P. Verde	Sistemas de apareamiento
Frank Joyce	Palo Verde	Interacción avispas-aves-hormigas
Kerry Rabenold	Palo Verde	Ornitología
Will Wcislo	Palo Verde	Comportamiento de insectos
Mary Ann de la Fuente	Pocosol	Herbivoría
Paul Hanson	Pocosol	Entomología, agallas
Wills Flowers	Pocosol	Insectos acuáticos
Marco Rodríguez	La Selva	Ictiología, comunidades acuáticas
Vivian Méndez	La Selva	Comportamiento de arañas
Tupac Otero	La Selva	Abejas-orquídeas
Carlos Cordero	La Selva	Selección sexual
Johnny Rosales	Cacao	Economía
Mitch Aide	Cacao	Restauración, conservación
Clodín Sierra	Cacao	Coservación, manejo de fauna

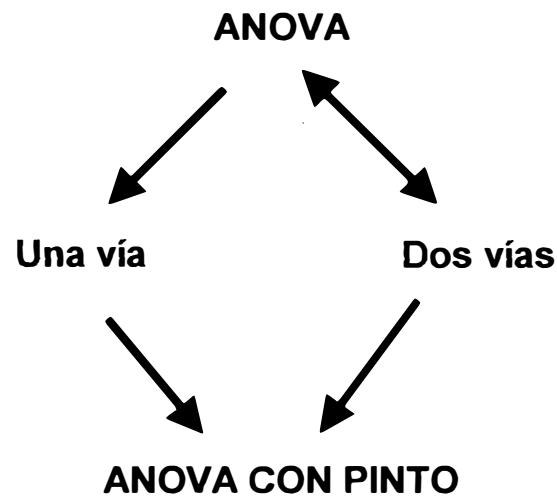
Estudiantes

Luciana, *ant killer* Elizalde
 Rodrigo, *che bond* Becerra
 Xyomara, *polvorín* Carretero
 Jimena, *que pena pero* Forero
 Gabriel, *cuenta cuentos* Colorado
 Gustavo, *quetzalin-no* Londoño
 Marcelo, *el fresa* Ardón
 Luis, *serpentino* González
 Evelyn, *chuchaqui* Astudillo
 David, *saprófito* Suárez
 Alain, *en bloques* Carretero
 Luciano, *lula* Elsinor
 Ruth, *picachú* Percino
 Elizabeth, *cenicienta* Ozorio
 Rosalía, *la poeta* Fariña
 Mónica, *la loba* Olazabal
 Delicia, *fotosintética* Pino
 Irene, *perturbio* Zager
 Josue, *evelino* Ramírez
 Juan Carlos, *anto cerote* Villarreal
 Carlos, *como tal* Martínez



PARRITA

Estadística y más Estadística





El inicio de un viaje de 7 semanas y media



El día histórico en que Alain descubrió el Pacífico

REACCIÓN DE LAS TERMITAS *NASUTITERMES* SP. (ISOPTERA: NASUTITERMITINAE) A DIFERENTES PERTURBACIONES

Marcelo Ardón, Alain Carretero, Gabriel Colorado, Gustavo Londoño, Ruth Percino, Delicia Pino, Irene Zager, Gilbert Barrantes, Johel Chaves & Ju-Ling Weng

Editora: Xyomara Carretero

Resumen. Se evaluó la reacción de las termitas (*Nasutitermes* sp.) frente a diferentes tipos de perturbación en una plantación de *Elaeis guineensis*. Se aplicaron cuatro tratamientos que representaban diferentes tipos de ataque sobre 20 termiteros: (a) la introducción de una hormiga *Ectatoma* sp. muerta (posible depredador), (b) la introducción de termitas muertas, (c) la introducción simultánea de hormigas y termitas muertas y d) la apertura de un agujero (daño físico). La respuesta de las termitas, medida como el número de individuos que salieron por el agujero, fue más intensa sólo cuando se introdujo un individuo muerto de la misma especie. Esto parece indicar que las termitas reconocen la muerte de un individuo de su misma colonia como una amenaza real. En cambio, no se observó un efecto significativo de la presencia de la hormiga en la respuesta de las termitas. Esto se puede deber a que las termitas no reconocieron a esta hormiga como un posible depredador.

Palabras Clave: *Nasutitermes* sp., perturbación, termita, termitero.

Introducción

Entre los taxa de animales que han desarrollado un sistema eusocial, las termitas constituyen el segundo grupo más numeroso, presentando comportamientos de cuidado cooperativo entre las diferentes castas (Shellman-Reeve 1997). Éstas últimas están usualmente representadas por un grupo de termitas reproductivas y de individuos reproductivos suplementarios, y por dos castas de individuos no reproductivos: las obreras y los soldados. La casta de las obreras está constituida por adultos estériles, de color pálido, con mandíbulas pequeñas y sin ojos compuestos. Estas termitas realizan los principales trabajos de la colonia, como recolectar comida, alimentar al resto de los miembros del termitero y construir las galerías. En cambio, la casta de las termitas soldados está conformada por individuos con grandes cabezas y mandíbulas, que son los encargadas de atacar a los intrusos y defender a la colonia de los posibles depredadores, entre los que se destacan hormigas de varios géneros (Borror y White 1970). En el caso particular de los soldados del género *Nasutitermes*, el comportamiento defensivo está muy especializado debido a la presencia de un hocico o "naso" a través del cual lanzan una secreción pegajosa y tóxica contra los depredadores (Lubin 1991).

En general, la comunicación entre los miembros de la colonia ocurre exclusivamente por medios químicos. Esto incluye la detección de posibles depredadores y las subsecuentes reacciones de alarma y defensa (Lubin 1991).

La reacción de las termitas a una perturbación sobre la colonia es fundamental para el mantenimiento y supervivencia de la misma, por lo que nos propusimos evaluar la variación de su respuesta ante diferentes tipos e intensidades de perturbación. Es de esperar que en aquellos casos en que las termitas se enfrenten a un posible depredador, reaccionen más activamente que ante un simple daño físico a la colonia.

Materiales y métodos

Esta investigación se desarrolló el 6 de enero de 2003 en una plantación de Palma Africana (*Elaeis guineensis*) de aproximadamente 10 años de edad en la localidad de Parrita, Costa Rica. Se seleccionaron tres hileras de palmas en las que se ubicaron los individuos que presentasen colonias de termitas. Entre ellos, se eligieron 20 termiteros de *Nasutitermes* sp. ubicados sobre el estipe de las palmas a alturas entre 1 y 2 metros con respecto al nivel del suelo.

Debido a que la cantidad de termitas en una colonia esta relacionada con el tamaño del termitero, se midió el ancho, alto y largo de cada uno para estimar su volumen usando la ecuación de un elipsoide. Esto permitió evaluar si existía un efecto del tamaño del termitero sobre la cantidad de termitas que respondían a los tratamientos.

Tratamientos

Evaluamos el efecto que tendrían distintos tipos de perturbaciones, incluyendo la presencia de un depredador, en la respuesta de las termitas de una colonia. Para esto se realizaron con el borrador de un lápiz cuatro perforaciones de 2.5 cm de profundidad en cada uno de los termiteros (dos a cada lado del centro del termitero), separadas entre si por 5 cm. En cada una de estas perforaciones se aplicó uno de los siguientes tratamientos: a) *Hormigas*: se colocaron dos hormigas muertas del género *Ectatoma*; b) *Termitas*: se agregaron tres termitas muertas en el agujero, c) *Termitas-Hormigas*: se combinó el efecto de termita - hormiga para determinar si la combinación de factores incrementaba la reacción de las termitas en la colonia, y d) *Hueco*: solamente se realizó la perforación en el termitero para simular un daño físico natural. En los tres primeros casos, la cabeza de las termitas y hormigas fue aplastada con una pinza antes de introducirlas en los agujeros.

De forma simultánea a la aplicación de los tratamientos, y siguiendo los métodos descritos, se abrieron huecos a los que no se les aplicaba ningún tratamiento. Estos estaban localizados 5 cm por encima de la perforación del tratamiento y actuaron como controles.

Inmediatamente después de aplicados los tratamientos, se contó el número total de termitas que salieron completamente de las perforaciones durante un lapso de 10 segundos. La posición dentro del termitero y el momento en que se realizaron las perforaciones se alternó de forma sistemática entre los distintos termiteros. En todos los casos se esperó a que las termitas hubieran terminado de reparar el daño causado por un tratamiento (entre 20 y 40 min) antes de aplicar el siguiente.

El número de termitas promedio que salieron por los agujeros para cada tratamiento se comparó por medio de un análisis de varianza (ANOVA). Este análisis se realizó con el paquete estadístico STATISTICA (StatSoft 1998).

Para reducir el efecto de la amplia variación en el número promedio de termitas que respondieron a cada tratamiento (dentro y entre tratamientos), se calculó la diferencia del número promedio de termitas respecto a su control, y se empleó este como la variable respuesta en el ANOVA. De esta forma, se estandarizan los valores promedio por su propio control.

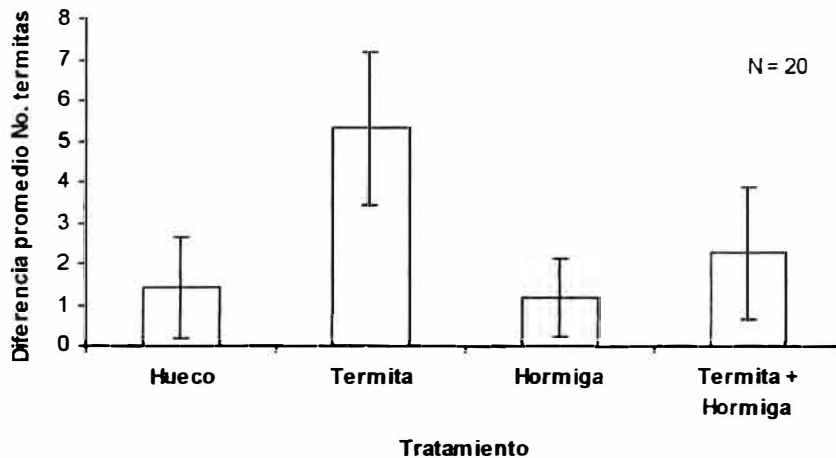


Fig. 2. Diferencia promedio del número de termitas que reaccionaron en cada uno de los tratamientos ($\bar{x} \pm SE$).

Discusión

Cuando ocurre un daño en un termitero de *Nasutitermes*, las soldados salen rápidamente en grandes cantidades, mientras que las obreras desaparecen. Sólo al cabo de unos minutos, cuando las primeras han contrarrestado la amenaza, regresan las obreras para reparar el daño (Lubin 1991). Este tipo de comportamiento fue registrado durante el período de observación que siguió a la perturbación, donde el hecho de que sólo hayan salido hormigas soldado resalta la función de defensa de la colonia ejercida por los miembros de esta casta.

Con respecto a la variación de la respuesta de defensa ante diferentes perturbaciones, los resultados obtenidos indican que las termitas sólo reaccionaron diferencialmente ante la muerte de un individuo de su misma especie, caso en el que la respuesta fue mayor. Esto puede estar asociado al hecho de que las termitas interpretan la muerte de una de ellas como una amenaza real a su termitero. Según Gatti *et al.* (2001), cuando un soldado es herido podría liberar, además de las feromonas, alguna sustancia contenida en la hemolinfa, siendo esta combinación una señal de alarma más intensa. También sugieren que al dañar a los soldados se puede romper el reservorio del naso, liberándose en mayor cantidad las feromonas de alarma.

De esta forma, la casta de termitas soldado percibiría la ruptura del termitero como una señal típica de alarma. En cambio, el reconocimiento de la muerte de un miembro de su misma especie sería interpretado como una amenaza inminente sobre la colonia, por lo que la reacción en este caso debería ser mayor y más rápida.

El hecho de que las termitas no hayan reaccionado diferencialmente a la presencia de una hormiga muerta se puede deber a varias razones. Primero, es probable que las termitas no reconozcan una hormiga muerta como un posible depredador. Este sería el caso si la feromona liberada por esta especie de hormiga cuando está muerta es diferente a la producida cuando está viva o en actitud de ataque. Otra alternativa sería que la especie de *Ectatoma* utilizada no sea realmente un depredador natural para las termitas.

Por último, las diferencias obtenidas entre los tratamientos en que se agregaron termitas y hormigas muertas, y aquel en que sólo se agregaron termitas, pueden deberse a que el estímulo químico de la hormiga haya camuflado el de la termita, reduciendo en algún nivel la reacción. Este tipo de modulación e interferencia entre varias señales químicas simultáneas ha sido reportado en otros insectos como las hormigas (Hölldobler y Wilson 1990).

En general, los datos indican que sí existe una respuesta diferencial de las termitas ante diferentes tipos de perturbaciones del termitero, siendo más intensa la reacción cuando ocurre la muerte de individuos de la misma especie. En condiciones naturales este sería el caso de depredación de individuos o un daño físico que involucre la muerte de termitas de la colonia.

Referencias

- Borror, D. J. y White, R. E. 1970. A field guide to insects. America north of Mexico. Houghton Mifflin Company, Massachussets.
- Gatti, M. G.; Malizia, A. y Sainz, L. 2001. Mecanismos de comunicación de las termitas frente a distintas situaciones de peligro. Pp. 36-38. En: Ecología Tropical y Conservación 2001-2. Universidad de Costa Rica y Organización para Estudios Tropicales, Costa Rica.
- Hölldobler, B. y Wilson, E. O. 1990. The Ants. Harvard University Press, EEUU.
- Lubin D. 1991. Nasutitermes (comején, hormigas blancas, Nasute termite, arboreal termite). Pp.757-759. En: D. H. Janzen (ed.). Historia Natural de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Shellman-Reeve J. 1997. The spectrum of eusociability in termites. Pp. 52-93. En: J.C. Choe y B.J. Crespi (eds.). Social Behavior in insects and arachnids. Cambridge University Press, U. K.

FUNCIÓN DE LOS ESTABILIMENTOS EN LA ARAÑA *GASTERACANTHA CANCRIFORMES* (ARANEIDAE): ATRAER O EVITAR ?

Elizabeth Osorio, Xyomara Carretero, Luciano Lopes, Carlos Martínez, Monica Olazabal, Josué Ramírez, David Suárez & William Eberhard.

Editor: Jimena Forero-Montana.

Resumen: Al elaborar su tela, *Gasteracantha cancriformes* (Araneidae) acumula hilos de seda generando pequeñas deposiciones de seda conocidas como estabilimentos. Se ha propuesto que estas estructuras podrían actuar en la atracción de presas o como señales que tornarían las telas más conspicuas para aves y mariposas. El beneficio en este caso sería el de evitar daños producidos por choques de estos animales con la tela. Nuestros resultados contradicen la hipótesis de sólo atracción de presas y sugiere que podrían funcionar como señales para evitar el choque de aves e insectos.

Palabras Clave: estabilimentos, *Gasteracantha cancriformes*, señales visuales.

Introducción

La familia Araneidae incluye actualmente alrededor de 2600 especies (Foelix 1996), en muchos de los cuales aun se desconoce su etología. La araña *Gasteracantha cancriformes*, incluida dentro de esta familia, construye una tela elíptica “orbicular” cada mañana y la destruye al atardecer. Estas pueden ubicarse tanto en el centro como en otras secciones de la tela orbicular y es característico que el área central presente una espiral de hilos pegajosos que facilitan el atrapar insectos voladores (W. Eberhard, com. pers.). Se reconocen muchas variaciones estructurales en el diseño de la tela orbicular (Foelix 1996). *G. cancriformes*, como muchas otras arañas, construyen estructuras conspicuas de seda blanca llamados estabilimentos. Los estabilimentos tienen una alta variedad en forma que incluyen discos en espiral, cruzados, en líneas verticales y a menudo se les encuentra incompletos, se ubican en radios centrales, anclas y marcos de la tela (Blackledge 1998).

Se han propuesto algunas funciones controversiales, que justifican la presencia de los estabilimentos en la red; entre ellas el atraer presas y señales de advertencia a los depredadores, y también se consideran como avisos para aves con el fin de evitar la destrucción de las telas (Blackledge 1998). Los estabilimentos aparentemente han evolucionado independientemente en varios grupos de arañas constructoras de telas y aún se están descubriendo en géneros en los que no se habían reportado previamente (W. Eberhard, *en prep*).

Nuestro proyecto explora si la función de los estabilimentos en las telas orbiculares, es para la atracción de presas o como señales de alerta para aves e insectos. Si los estabilimentos actúan en la atracción de presas, las arañas pequeñas, cuyas telas presentan menor probabilidad de atrapar presas, deben producir más estabilimentos que las arañas grandes. Si, por el contrario, la construcción de estabilimentos está ligado a señales para aves e insectos, a mayor tamaño de tela, esperamos un mayor número de estabilimentos y si, se rompe la tela, la araña colocará más avisos.

Materiales y Métodos

El proyecto lo llevamos a cabo en el cultivo joven de la palma africana *Elaeis guineensis* (Arecaceae) en Parrita. En esta investigación trabajamos con 201 individuos de la araña *Gasteracantha cancriformes* (Araneidae). De cada una medimos el ancho del abdomen y largo total.

En cada red contabilizamos el número de establecimientos totales y radiales y también tomamos medidas de longitud para tres de las anclas más largas, desde el centro del espiral pegajoso a los extremos. Con el promedio de la longitud de las anclas se clasificó el tamaños de la tela.

Posteriormente realizamos experimentos para simular colisiones a la tela, removiendo los radios centrales para representar la destrucción de la red por un ave o insecto de tamaño grande. Después de media hora anotamos las respuestas de la araña, tomando en cuenta lo siguiente: reparación del área afectada, colocación de nuevos establecimientos, número de establecimientos centrales y totales en la red, reparación de la red sin poner establecimientos o la no reparación.

Resultados

Encontramos una relación proporcional entre el tamaño de la araña y el tamaño de tela: las arañas más grandes construyen telas mas grandes (Fig. 1; $n = 152$, $r_s = 0.63$, $p < 0.001$).

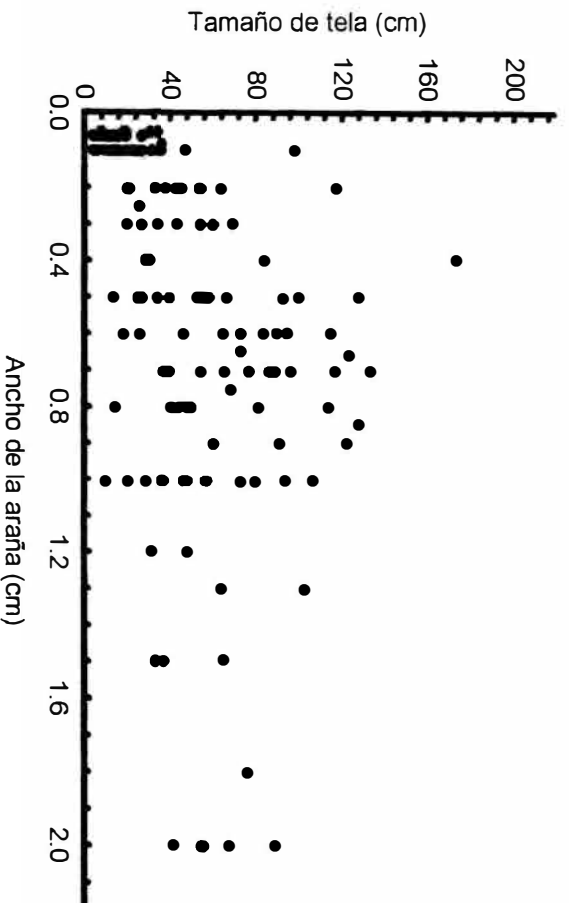


Fig. 1. Relación entre el tamaño de la araña y la tela

La cantidad de establecimientos fue directamente proporcional al tamaño de la tela. En las telas más grandes se encontró un mayor de numero de establecimientos. (Fig. 2; $n = 152$, $r_s = 0.69$, $p < 0.001$). Además, las arañas mas grandes producen mayor número de establecimientos en sus telas que arañas pequeñas (Fig. 3; $H = 74.34$; $n = 152$; $p < 0.001$).

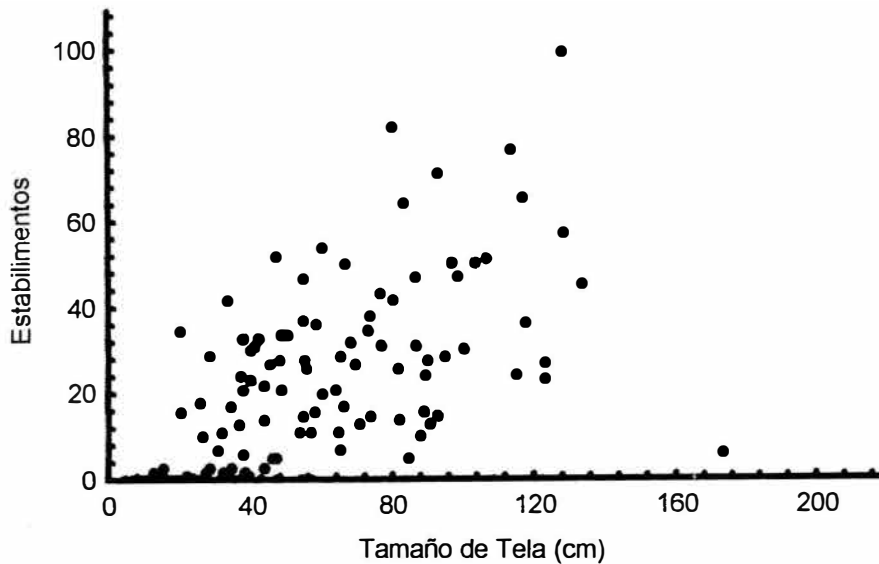


Fig. 2. Número de estabilimentos en función al tamaño de tela de *Gasteracantha cancriformes*

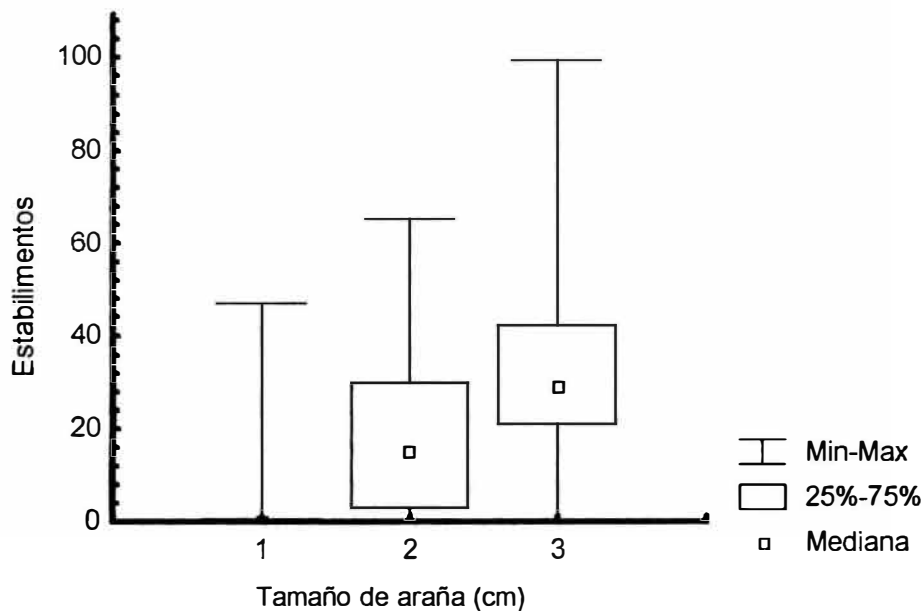


Fig. 3. Número de estabilimentos producidos según el tamaño de la araña. 1) arañas pequeñas < 0.5 cm 2) arañas medianas 0.5 –1 cm 3) arañas grandes >1 cm

En las telas reconstruidas la cantidad de estabilimentos fue similar (Fig. 4: Prueba de Wilcoxon: $Z = 1,631$, $p = 0,10$). Sin embargo, para la región central de la tela encontramos que la cantidad de estabilimentos disminuyó en las telas reconstruidas (Fig. 5; $n = 53$, $Z = 4,123$, $p < 0,001$). Además, del total de telas perturbadas, más de la

mitad de las arañas repararon sus telas, pero 22 de las 51 arañas no repusieron el número de estabilimentos removidos (Cuadro 1).

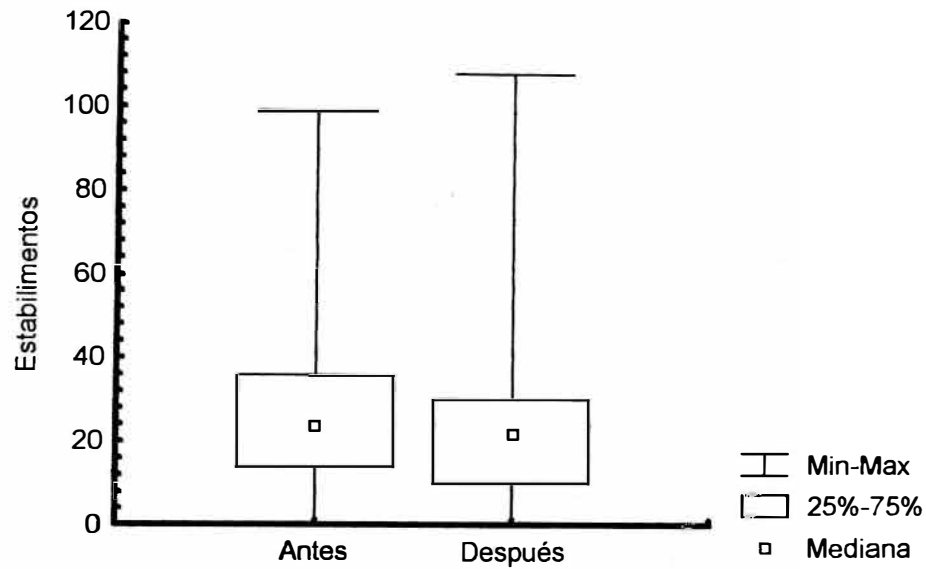


Fig. 4. Número de estabilimentos antes y después de la remoción de los estabilimentos centrales

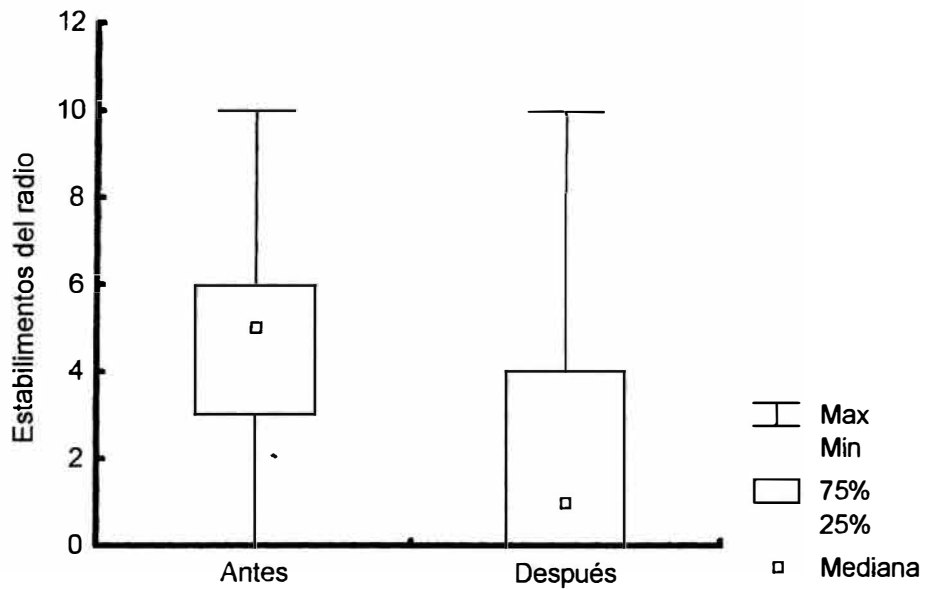


Fig. 5. Número de estabilimentos radiales antes y después de la remoción de los estabilimentos centrales

Cuadro 1. Reacciones de *G. cancriforme* después de la remoción de los radios

Reacciones después de la remoción de los Radios	Frecuencia
Reparan los radios con estabilimentos	29
Reparan los radios sin estabilimentos	22
Comió la tela, contruyó tres anclas, con estabilimentos	8
Comió la tela, contruyó tres anclas, sin estabilimentos	3
No reparan, se alimentan	14
Colocan más estabilimentos	3
Accidentes	4
Abandono (No hay tela, ni araña)	4
Total	87

Discusión

Son varias las hipótesis que se plantean alrededor de los estabilimentos. Se ha sugerido que podrían brindar estabilidad, atracción para presas, señales de aviso para aves e insectos, guías de sexo para machos y camuflaje. Algunas de estas hipótesis han sido descartadas, sin embargo aún se discuten sus funciones como señal atractiva y de aviso (Foelix, 1996). La elaboración de estabilimentos implica un costo energético alto, por lo que asumimos que su frecuencia de uso es proporcional al beneficio recibido por su construcción.

Las telas más pequeñas en *G. cancriformes* presentan menor probabilidad para capturar presas. La supuesta función ejercida por los estabilimentos como atrayente de presas, sugiere que éstos deberían ser necesarios en este tipo de telas. Sin embargo, encontramos pocos estabilimentos en telas construidas por arañas pequeñas. Esto contradice la hipótesis de la función de los estabilimentos como atracción para presas. Encontramos mayor número de estabilimentos en telas de mayor tamaño y por lo tanto, más sujetas a daños por colisiones, indicando que los estabilimentos cumplen una función de señales para aves e insectos voladores. Observamos, aunque de forma no sistemática, tres casos de mariposas que estaban en ruta de colisión con telas de *Gasteracantha cancriformes* y se desviaron de ellas al aproximarse, lo cual apoya la hipótesis de aviso. Con frecuencia encontramos estabilimentos en telas que no tenían espiral; si su función estuviera relacionada con atracción de presas, esta situación sería difícil de interpretar.

Después de la remoción de los radios centrales, producidos experimentalmente, en telas de *G. cancriformes*, fueron pocas las arañas que colocaron nuevos estabilimentos en sus telas. La disminución en el número de estabilimentos en los radios centrales, después del daño a la tela, puede explicarse en función al costo energético que implica elaborar nuevamente estas estructuras.

Referencias

- Blackledge, T.A. 1998. Stabilimentum variation and foraging success in *Argiope aurantia* and *Argiope trifasciata* (Araneae: Araneidae). The Zoological Society of London. 246:21-27
- Foelix, R. 1996. Biology of Spiders. Oxford University Press. Oxford, UK

¿ES POSIBLE PREDECIR LA RIQUEZA DE PLANTAS EPÍFITAS ASOCIADAS A LOS TALLOS DE LA PALMA AFRICANA *ELAEIS GUINEENSIS*?

Juan Carlos Villarreal, Luciana Elizalde, Evelyn Astudillo, Rosalía B. Fariña, Jimena Forero, Rodrigo Becerra, Luis R. González y Esteban Alvarez.

Editor: Gabriel Colorado

Resumen. La riqueza de especies de plantas epífitas, está relacionada con la especie de planta sobre la que se apoya, su edad, y condiciones microclimáticas. En este trabajo se midieron algunos factores ambientales que pueden influir en la riqueza de especies epífitas que habitan en plantaciones de palmera africana, *Elaeis guineensis*, con el objeto de ajustar un modelo sencillo que permita predecir la riqueza de especies. El factor que explica parte del número de especies en los tres palmares es la intensidad lumínica ($S = 5.7 - 1.37$ intensidad lumínica, 12% de riqueza). Por otra parte, excluyendo el palmar joven, debido a su diferente manejo dentro de las plantaciones, encontramos un modelo que explica mayor proporción de la riqueza (un 33%), siendo la intensidad lumínica y la distancia al borde las únicas variables relevantes. El resto de la riqueza no explicada por el modelo podría estar relacionada a parámetros tales como los microhábitats que forman los pecíolos removidos de la palmera y al viento, que son importantes en la biología de las epífitas y no fueron evaluados.

Palabras Clave: *Elaeis guineensis*, epífitas, regresión múltiple, riqueza de especies.

Introducción

La riqueza de especies es un atributo de las comunidades y está relacionada con numerosos factores ambientales, geográficos e históricos (Schluter y Ricklefs 1993). Estas relaciones permiten predecir la variación de la riqueza de especies de una región conociendo el estado de los factores que influyen en ella, incluso debe considerarse que muchos factores pueden variar en paralelo (Ricklefs 1977). La riqueza de las comunidades de plantas epífitas también se encuentra sujeta a estos patrones, siendo los factores que más influyen en su distribución la especie de planta soporte, su edad y las condiciones microclimáticas (Catling *et al.* 1986).

En este trabajo se estudiaron algunos factores ambientales que pueden influir en la riqueza de especies epífitas que habitan en plantaciones de la palmera africana, *Elaeis guineensis* Jacq.. Esta palma fue introducida en América junto con el comercio de esclavos, existiendo grandes plantaciones forestales desde 1960 principalmente para la producción de aceite de uso industrial (Vandermeer 1991). Las hojas de esta palma se adhieren al tronco formando un tallo muy áspero y ofreciendo una superficie propicia para el establecimiento de plantas epífitas (Vandermeer 1991).

El objetivo de este estudio fue generar una ecuación que nos permita modelar el comportamiento de las comunidades epífitas asociadas a los tallos de *E. guineensis* en relación con diversas variables ambientales.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la comunidad de Parrita, región costera del Pacífico costarricense en plantaciones de la palma africana *E. guineensis*.

En la plantación existían palmares de 5, 15 y 30 años de edad, En cada palmar elegimos 12 palmas, 6 en el borde del palmar y las restantes de 6 a 40 metros de dicho

borde. En cada palma anotamos la lista de las especies epífitas encontradas y además registramos los siguientes datos: edad del palmar, área del tallo, intensidad lumínica, temperatura, humedad relativa y cobertura del helecho *Nephrolepis* sp.; tomamos en cuenta a este helecho debido a que es la epífita más abundante y su follaje es notorio en cada palmar, cubriendo un área considerable.

Para el cálculo del área del tallo disponible para las epífitas multiplicamos la altura del tronco, desde la base hasta el inicio de la primera hoja por la longitud de circunferencia del mismo.

La distancia al borde es la medida de cada palma respecto al borde del camino principal. La intensidad lumínica la cuantificamos con un fotómetro. En cada palma tomamos dos medidas en dos orientaciones sur y norte entre las 11:00 y las 12:00 horas, colocando el fotómetro a 1.30 m del suelo.

La temperatura y el porcentaje de humedad relativa se determinaron con un termo-higrómetro, en dos orientaciones (norte y sur) entre 11:00 y 12:00. Tanto para estas variables, como para la intensidad lumínica, se promediaron los valores de las mediciones norte y sur (Anexo 1).

La cobertura del helecho *Nephrolepis* sp. se estimó de forma cualitativa. En este caso, dos observadores le asignaron independientemente un valor (bajo = 1, medio = 2 y alta = 3). Luego, el valor de cobertura final resultó del promedio entre los números asignados por cada observador.

Antes de desarrollar el modelo de regresión se determinaron las variables que estaban correlacionadas. De cada par de variables que presentaban correlación, sólo se utilizó una de ellas en el análisis de regresión. Para generar el modelo de riqueza de epífitas se hizo una regresión múltiple tipo stepwise utilizando las variables no correlacionadas. Para determinar si existían las diferencias entre la riqueza de especies entre los tres palmares se realizó una prueba de Kruskal-Wallis.

Resultados

Se encontraron 21 morfoespecies de epífitas vasculares pertenecientes a 16 familias (Anexo 2), siendo el helecho *Nephrolepis* sp. la especie más frecuente en los tres palmares. Para las briófitas epífitas se encontraron 6 morfoespecies pertenecientes a 4 familias (Anexo 3).

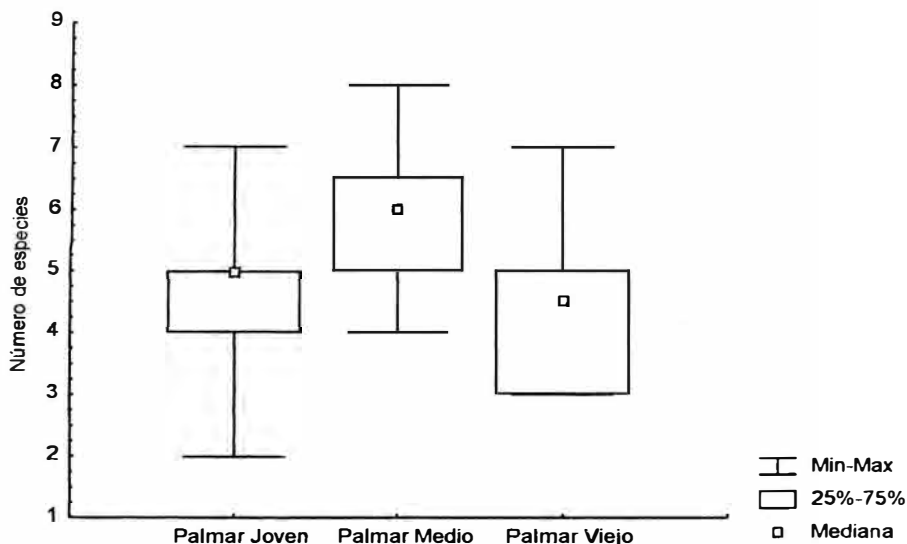


Fig 1. Riqueza de especies por palma por tipo de palmar.

La riqueza de especies epífitas varió entre los palmares. La mayor riqueza de especies se encontró en el palmar joven (17 especies) y en el medio (16 especies) en comparación con el viejo (10). Sin embargo el número de especies epífitas promedio por palma fue mayor en el palmar de edad media ($H_{(2, N = 36)} = 7.45$ y $p = 0.02$) (Fig. 1).

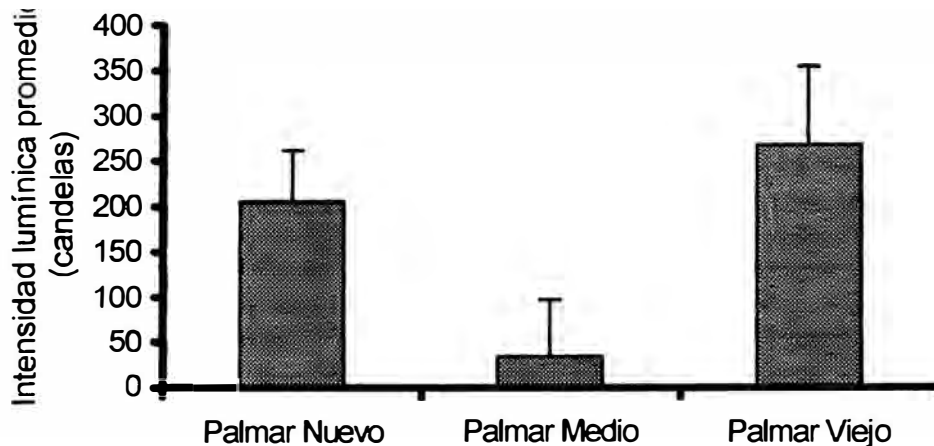


Fig. 2. Cantidad de radiación solar promedio por palmar (barras indican error estándar).

El palmar de edad media es el que recibe menor cantidad de luz, mientras que el de mayor edad es el que recibe la mayor cantidad de radiación (Fig. 2).

La correlación entre área y edad del palmar fue significativa ($p = 0.02$) por lo que sólo se consideró el área de la palma en el análisis de regresión múltiple. Por el contrario, no existió correlación entre los restantes factores, así que fueron incluidos en el análisis de regresión.

La intensidad lumínica fue la única variable que explicó la riqueza de epífitas promedio existente en los tres palmares ($R^2=0.12$, $p=0.04$, $gl=1$, 33 , $F= 29,3$). El modelo que se obtuvo para explicar la riqueza fue:

$$S_{prom} = 5.7 - 1.37 \times (\text{Intensidad lumínica}) \quad (\text{ecuación 1})$$

La regresión múltiple realizada sin incluir el palmar de 5 años fue significativa, siendo la intensidad lumínica y distancia al borde las variables que explicaron mejor la riqueza ($R^2=0.33$, $p=0.01$, $gl=2.20$, $F= 5,04$). Para este caso el modelo fue:

$$S_{prom} = 6.58 - 63 (\text{intensidad lumínica}) - 0.48 (\text{distancia al borde}) \quad (\text{ecuación 2})$$

Discusión

La escasa cantidad de plantas epífitas encontrada en esta localidad concuerda con lo reportado para las zonas bajas de Costa Rica por Gómez (1986). Este autor refiere una mayor riqueza de plantas epífitas a una altura de 500-1500 m.s.n.m.

Contrariamente a lo esperado según el supuesto de que las zonas más viejas soportan las comunidades epífitas más diversas (Catling *et al.* 1986), la comunidad de mayor riqueza de especies fue el palmar joven, seguido del intermedio (Fig. 1). En el caso del palmar joven este resultado puede estar condicionado por diferencias en el manejo. En esta plantación no se aplica tratamiento con herbicidas en las zonas

periféricas al tronco por lo que se favorece el desarrollo de plántulas de especies normalmente terrestres (*Blechnum* sp., *Eupatorium* sp., *Pityrogramma* sp., *Macrothelypteris torresiana*) sobre las partes bajas de los troncos. El aumento de la riqueza de especies de briofitas por palma en el palmar medio, podría deberse a que son plantas ectohídricas, más abundantes en sitios de alta humedad y poca iluminación (Gradstein *et al.* 2001). En el caso del palmar viejo, los troncos de las palmas pierden los restos de pecíolos que quedan luego de que las hojas son cortadas por el manejo que se realiza en estas plantaciones. En estos restos de pecíolos, se acumula materia orgánica que sirve de sustrato para las plantas epífitas. Una reducción de estos microhábitats en el palmar viejo puede ser la causa de la menor riqueza observada en relación con el palmar medio.

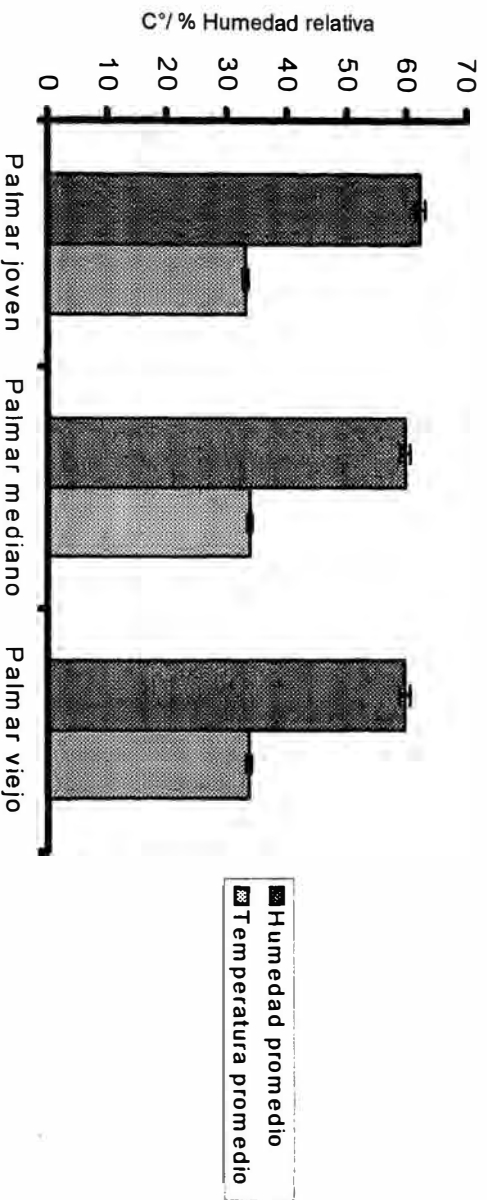
Para descartar el efecto de los diferentes manejos en el modelo, se eliminó del análisis el palmar más joven. En el nuevo modelo las variables que explicaron el 33% de la riqueza de especies de epífitas, fueron la intensidad lumínica y la distancia al borde. El aumento de la riqueza de especies con la disminución de la distancia al borde puede ser consecuencia del mayor flujo de diásporas de las plantas ruderales que crecen a las orillas del camino. El resto de la riqueza no explicada por el modelo se puede atribuir, en parte, a la variabilidad que existe entre las palmas en cuanto a la disponibilidad de microhábitats formado por los pecíolos y la influencia de los vientos (provocando stress hídrico). Estos parámetros no medidos presentan una gran variación y son de suma importancia para la biología de las epífitas.

Es notorio resaltar que en una plantación donde la cantidad de variables es considerablemente menor que en condiciones naturales, es muy poca la variabilidad explicada por un modelo de regresión, lo cual pone en duda la utilidad de este tipo de modelos como predictivos de la riqueza de especies.

Referencias

- Catling, P.M., V.R. Brownell y L.P. Lefkowitz. 1986. Epiphytic orchids in a Belizean grapefruit orchard: distribution, colonization and association. *Lindleyana* 1:194-202.
- Gómez, L.D. 1986. Vegetación de Costa Rica. Apuntes para una biogeografía costarricense. Volumen I. Editorial Univ. Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.
- Gradstein, R.S., S. Churchill y N. Salazar Allen. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of New York Botanical Garden* 86, New York Botanical Garden Press, New York.
- Ricklefs, R.E. 1977. Environmental heterogeneity and plant species diversity: An hypothesis. *Am. Nat.* 111:376-381.
- Schluter, D. y R.E. Ricklefs. 1993. Species diversity: An introduction to the problem en *Species Diversity* Pp. 1-12 en *Ecological Communities*. Ed., R.E. Ricklefs y D. Schluter.. The University of Chicago Press, Chicago y Londres.
- Vandermeer, J. 1991. Especies cultivadas. Pp. 75-76. En: D.H. Janzen, *Historia Natural de Costa Rica* . Editorial de la Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Anexo 1. Humedad relativa promedio y promedio de temperatura por palmar (las barras indican la desviación estándar).



Anexo 2: Frecuencia de morfoespecies de epífitas vasculares en cada palmar

Familia	Morfoespecies	Palmar 5 años	Palmar 15 años	Palmar 30 años
Acanthaceae	<i>Blechnum</i> sp.	8		
Asteraceae	<i>Eupatorium</i> sp.	3		
Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i> sp.			1
Convolvulaceae	Indeterminado sp.		1	
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	1		
Cyperaceae	<i>Scleria</i> sp.		1	
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus</i> sp.	9	1	1
Fabaceae	Indeterminado sp. 1	1		1
Fabaceae	Indeterminado sp. 2	1		1
Misteriophyta	Indeterminado sp.	1		
Moraceae	<i>Cecropia</i> sp.		1	1
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.		1	1
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis</i> sp.	1	1	1
Orquidaceae	Indeterminado sp.			1
Poaceae	<i>Digitaria</i> sp.	1		
Poaceae	<i>Panicum</i> sp.		1	
Pteridaceae	<i>Pityrogramma</i> sp.	1		
Thelypteridaceae	<i>Macrothelypteris torresiana</i>	1		
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i> sp.		1	
Vitariaceae	<i>Vittaria</i> sp.		1	1
Urticaceae	<i>Urera</i> sp.	1		

Anexo 3: Frecuencia de morfoespecies de briófitas epífitas en cada palmar

Anexo 3: Frecuencia de morfoespecies de briófitas epífitas en cada palmar

Familia	Morfoespecies	<i>Palmar 5 años</i>	<i>Palmar 15 años</i>	<i>Palmar 30 años</i>
Calymperaceae	<i>Octoblepharum</i> sp.	0	1	1
Calymperaceae	<i>Calymperes</i> sp.	0	1	1
Calymperaceae	<i>Symhopodon</i> sp.	0	1	0
Pilotrichaceae	<i>Cyclodictyon</i> sp.	0	1	0
Sematophyllaceae	Indeterminado sp.	0	1	1
Sematophyllaceae	<i>Trichosteleum</i> sp.	0	1	1

ARAÑAS LADRONAS: INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA ARAÑA *GASTERACANTHA CANCRIFORMES* Y SU TELA

Xyomara Carretero, Luciano Lopes y Elizabeth Osorio

Resumen. Estudiamos la presencia de las arañas ladronas del género *Argyrodes* sp. que parasitan telas de *G. cancriformes*. Encontramos tanto hembras como machos adultos y juveniles de *Argyrodes* sp1 parasitando dichas telas. Encontramos que la interacción entre el tamaño de la tela y el tamaño de la araña *G. cancriformes* explica un 20% en la variación de dicho parasitismo. No observamos una relación entre el número de ladronas y la inclinación de la tela de *G. cancriformes* ni una relación con la ubicación de la araña hospedera respecto a la ladrona. Las arañas ladronas tejen hilos guía hasta la tela de la hospedera y sus movimientos lentos y dirigidos hacia la presa al parasitar una tela le permiten permanecer en la misma por mucho tiempo sin ser detectadas por la hospedera. Los ataques de la hospedera solo se dan cuando ella percibe la ladrona dentro de su espiral pegajosa.

Palabras Clave: Arañas ladronas, *Argyrodes* sp, cleptoparasitismo, comportamiento alimenticio, *Gasteracantha cancriformes*.

Introducción

Gasteracantha cancriformes es una araña de tela orbicular perteneciente a la familia Araneidae. En esta especie se han encontrado asociadas a su tela una variedad de arañas llamadas ladronas o cleptoparásitas, las cuales estarían aprovechando parte de las presas que caen en la tela construida por *G. cancriformes*. Además, *G. cancriformes* no presenta reacción evidente a la presencia de las arañas ladronas ni a la construcción de hilos guías utilizados por dichas arañas para su comportamiento de “robo” de presas.

Realizamos este trabajo con el fin de investigar la relación entre *G. cancriformes* y sus cleptoparásitas, observando el tamaño de la hospedera, el tamaño de su tela, la inclinación de la tela y el número de ladronas presentes, al igual que la posición en la que se encuentren respecto a la hospedera. También, identificamos las especies de arañas ladronas que se asociaron con *G. cancriformes*. Esperábamos más arañas ladronas en telas grandes asumiendo que hay más oportunidades de capturar presas, sin importar el tamaño de la araña. En algunas especies de arañas, como *G. cancriformes*, los individuos adultos presentan menor cambio en la ubicación de la tela, posiblemente relacionado con mayor experiencia en elegir sitios adecuados para capturar presas (W. Eberhard *com. per.*). Por esta razón esperábamos un establecimiento mayor de arañas ladronas en telas de arañas adultas, por efecto acumulativo. En telas inclinadas esperamos encontrar más arañas ladronas que en las verticales, encontrando más ladronas en la parte de arriba de la tela de *G. cancriformes*, como estrategia para evitar ser comida por la hospedera. Las arañas *G. cancriformes* estarían ubicadas principalmente en el lado de abajo de las telas (pers. obs.). También, podríamos encontrar más arañas ladronas en telas de *G. cancriformes* grandes porque las pequeñas tratarían de atacar arañas de tamaño similar al suyo, como es el caso de las ladronas. También es posible que los machos de las ladronas se asocien a telas de *G. cancriformes* para aumentar su éxito reproductivo, si este es el caso esperamos encontrar más machos en telas con hembras respecto a telas sin hembras.

Métodos

Este estudio se llevó a cabo el 9 de enero en una plantación de palma africana *Elais guineensis* (Arecaceae) ubicado en Parrita, Puntarenas. Estudiamos la presencia de arañas ladronas en telas de *Gasteracanta cancriformes*.

En campo. Registramos el número de ladronas presentes en telas de *G. cancriformes*, así como el tamaño de la tela en función del diámetro de la espiral pegajosa (>20 cm grandes; <20 cm pequeñas). Además del tamaño de la araña *G. cancriformes* (>1 cm grande; <1 cm pequeña). Anotamos la inclinación de la tela de *G. cancriformes* (inclinada o vertical), la ubicación de *G. cancriformes* en telas inclinadas y la zona de la tela a la cual llegan los hilos guías hechos por las ladronas. Las ladronas presentes en las telas fueron recolectadas y determinadas hasta morfoespecie, clasificándolas por sexo y edad (adultas o juveniles). También, hicimos experimentos colocando ladronas de distintos tamaños en diferentes zonas de la tela de *G. cancriformes* (las anclas superiores y el espiral pegajoso) y registrando las reacciones de ambas especies de arañas.

Análisis de datos. Analizamos los datos mediante el ajuste de Modelos Lineales Generalizados, con distribución Gamma y función de unión logarítmica con dos factores fijos: tamaño de araña y tamaño de tela. Realizamos una prueba de Mann-Whitney para comparar el número de ladronas en telas inclinadas y verticales.

Resultados

Encontramos dos especies de ladronas del género *Argyroides* (Familia: Theriididae) presentes en las telas de *G. cancriformes*, en 99 telas. La mayoría de los individuos encontrados pertenecen a *Argyroides* sp1 (11 hembras, 13 machos, 27 juveniles de sexo indeterminado). Para la especie 2 de *Argyroides* solo encontramos una hembra. Tanto el tamaño de la araña *G. cancriformes* como el diámetro de su tela influyen en el número de individuos de *Argyroides* sp1 presentes ($F_{(1,1)} = 4.41$, $p = 0.029$) (Fig. 1). Estos datos explican solo un 20% de la variación encontrada indicando que otros factores también pueden ser importantes para explicar la distribución de esta especie de cleptoparásita.

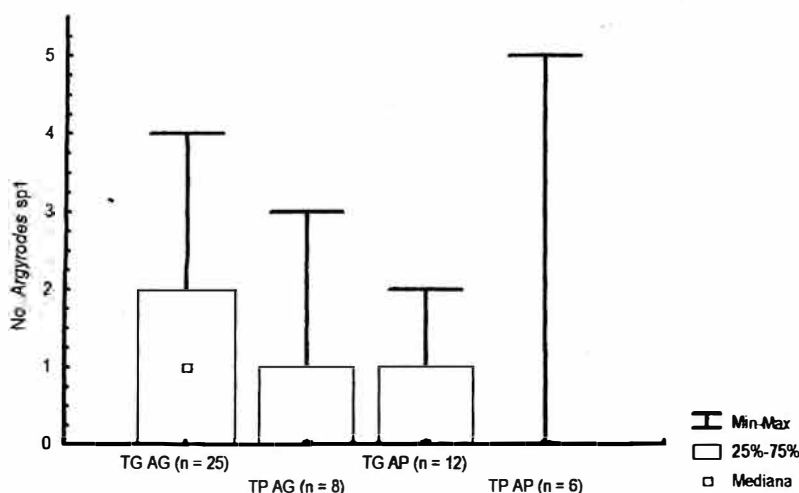


Fig. 1. Número de individuos de *Argyroides* sp1 en función de las categorías de tela y tamaño de la araña *G. cancriformes*. TG: Tela Grande; TP: Tela Pequeña; AG: Araña Grande; AP: Araña Pequeña.

La inclinación de la tela de *G. cancrifomes* (inclinada o vertical) no determina el número de ladronas presentes en su tela (U=1137; p=0.71) (Fig. 2).

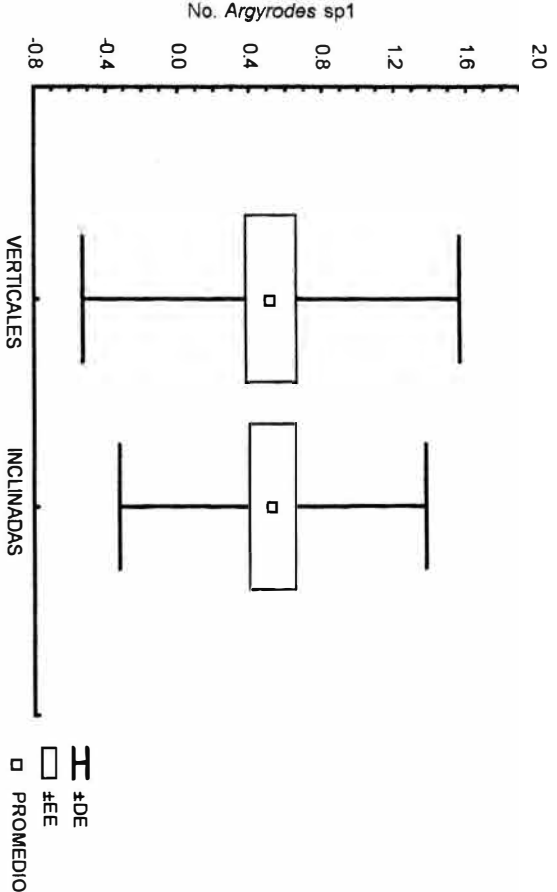


Fig. 2. Número de individuos de *Argyrodes* sp1 en telas verticales e inclinadas de *G. cancrifomes*. DE: Desviación Estándar; EE: Error Estándar.

Las arañas ladronas (*Argyrodes* sp1.) usualmente se encuentran en los hilos de los lados de las telas de *G. cancrifomes*, mientras que *G. cancrifomes* generalmente está en la parte inferior de su tela, en telas inclinadas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ubicación de la araña residente (*G. cancrifomes cancrifomes*) y la araña ladrona (*Argyrodes* sp1) en telas inclinadas de *G. cancrifomes*.

Posición/ Especie	G. cancrifomes	Argyrodes sp1
Arriba	1	1
Abajo	12	5
Lateral	0	12
Totales	13	18

Por último, observamos que las arañas ladronas generalmente son atacadas por *G. cancrifomes* grandes o pequeñas sin importar en que zona de su tela sean ubicadas, dependiendo solo de si son percibidas o no (Tabla 2).

Cuadro 2. Comportamiento de *Gasteracanta cancrifomes* ante la presencia de *Argyrodes* sp1.

Tamaño araña	G. cancrifomes Ataca/Come	G. cancrifomes Ataca/ No Come	No hay respuesta	No. Individuos
Grande	2	7	0	9
Pequeña	1	10	2	13
Total	3	17	2	22

Discusión

Es usual encontrar arañas del género *Argyrodes* en telas orbiculares de otras especies como *Plesiometa argyra* y *Nephila clavipes* (Eberhard *com. pers.*), sugiriendo un parasitismo por parte de *Argyrodes* sp.

En muestras recolectadas en el mismo palmar con el fin de determinar las especies de arañas ladronas en telas de otras especies, como *Plesiometa argyra* y *Nephila clavipes*, se encontró que *Argyrodes* sp2 es más frecuente que *Argyrodes* sp1. (W. Eberhard *com. pers.* y *obs. pers.*). Esto sugiere una posible separación de las especies dependiendo de la araña de la cual están robando presas. Basados en nuestros datos existiría una separación entre las especies de arañas ladronas, ya que solo se encontró un individuo de *Argyrodes* sp2. A diferencia de lo que se ha reportado ocasionalmente para arañas de otros géneros, una coexistencia de distintas especies, donde la competencia interespecífica parece haberse reducido al ocupar distintas regiones de la tela de la araña hospedera y siendo activas a diferentes tiempos (Foelix 1996).

Por otro lado, la presencia de arañas ladronas parece estar influenciada por el tamaño de *G. cancriformes* y el de su tela. Al parecer el tamaño de *G. cancriformes* favorece el establecimiento de *Argyrodes* sp1, esto puede estar relacionado con la posibilidad de que las arañas grandes tuvieran una “mayor” capacidad para evaluar un sitio como bueno para capturar más presas y por lo tanto permanecer en el por más tiempo. En términos generales las telas más grandes tienen un mayor éxito de captura (Foelix 1996), por lo cual las ladronas las estarían prefiriendo respecto a las telas pequeñas.

Además, la inclinación de las telas de *G. cancriformes* no influye en el número y en la posibilidad de que las arañas ladronas estén presentes. La presencia de las arañas ladronas a los lados de las telas de *G. cancriformes* puede estar indicando una estrategia para reducir la predación por *G. cancriformes*, además de una mayor posibilidad de encontrar puntos de apoyo para sus hilos guías. Por otro lado, la ubicación de *G. cancriformes* abajo de telas inclinadas puede actuar como estrategia para no ser consumida por predadores.

Por último, el hecho de que las arañas ladronas no sean atacadas en cuanto parasitan telas de *G. cancriformes* grandes o pequeñas, se debe más al comportamiento de las ladronas para no ser detectadas debido a sus movimientos lentos y dirigidos hacia la presa (Foelix 1996). Dicho comportamiento también reduce el riesgo para las ladronas de ser atacadas por *G. cancriformes*. Esto concuerda con lo observado ya que cuando se colocaba una ladrona en las anclas o marco de la tela la dueña de la tela no siempre reaccionaba, mientras que cuando era colocada en la espiral pegajosa, había un comportamiento de ataque por parte de la *G. cancriformes*, llegando a comérsela en algunos casos. Esto último debido a que las ladronas al caer en la espiral pegajosa perdían su habilidad de escapar.

Referencias

Foelix, R.F. 1996. Biology of Spiders. Segunda Edición. Oxford University Press. New York.

RESPUESTA DE *PLESIOMETA ARGYRA* (ARACNIDA: TETRAGNATHIDAE) A LA DESTRUCCIÓN DE LAS TELARAÑAS EN INDIVIDUOS JÓVENES Y ADULTOS

Irene Zager, Luis Roberto González & Gabriel Colorado

Resumen. La destrucción parcial o total de las telarañas no sólo disminuye la capacidad de las arañas de capturar presas, sino que puede aumentar el riesgo de depredación. Por tanto, la respuesta esperada ante cualquier daño sería la de reparar la red de captura lo antes posible o, en su lugar, la de abandonar la tela vieja e iniciar la construcción de una nueva tela en un sitio más seguro. En este trabajo se estudia la respuesta de adultos y juveniles de *Plesiometa argyra* ante daños de diferente intensidad (máximo y mínimo) a sus telarañas. Se trabajó con 35 telas de juveniles y 42 de adultos. De ellas, 24 fueron tomadas como control y el resto fue sometido a un daño intermedio (se cortaron los anclajes de la mitad de la red) o a un daño máximo (sólo se dejaron dos anclajes). Las telas fueron visitadas periódicamente después de realizado el daño para constatar la presencia de la araña y la reparación o no de la tela. La respuesta de los adultos fue de reconstruir las telas, mientras que los jóvenes tendían a abandonarlas ($\chi^2_{1, 51} = 6.19$, $p = 0.015$). Este comportamiento fue independiente de la magnitud del daño. Las diferencias observadas pueden deberse a que los individuos adultos cuentan con mayor “experiencia” para seleccionar un buen lugar para construir su tela, por lo que tratan de permanecer en él.

Palabras Clave: conducta de abandono, perturbación, *Plesiometa argyra*, reparación de tela.

Introducción

En general, las arañas construyen una red por día, la cual, normalmente, está expuesta a condiciones como el viento, la lluvia, el paso de animales y otras perturbaciones que pueden destruirla parcial o totalmente (Foelix 1996). La destrucción de la tela por cualquier motivo disminuye la capacidad del individuo de capturar presas y, a su vez, puede aumentar la probabilidad de depredación. Por tanto, se espera que ante cualquier daño una araña repare la red de captura lo antes posible o, que en su lugar, abandone la tela vieja y construya una nueva en un sitio más favorable.

La construcción de las telarañas no es un proceso completamente estereotipado. Algunos experimentos muestran que no sólo la edad de los individuos sino la presencia de restos de telas anteriores pueden influir sobre la posterior construcción de la red (Foelix 1996). Esto nos hace pensar que la respuesta de abandono o de reconstrucción de la tela podría variar tanto con la edad del individuo como con la magnitud del daño sufrido. Así, podríamos esperar que si la protección contra los depredadores es uno de los factores determinantes para la ubicación de la tela, los juveniles deberían optar más frecuentemente por la reconstrucción (no abandono) de la tela. Esto se debe a que están sometidos a mayores tasas de depredación que los adultos y la necesitan para su protección (W. Eberhard *com. pers.*); por el contrario, los adultos tenderían a abandonar las telas.

Igualmente, la respuesta de las arañas a un daño de su tela también dependerá de la magnitud del mismo (Cervantes *et al.* 2000). Por ejemplo, en el caso de daños pequeños, como los causados al capturar una presa, suele ocurrir que la reparación no

consiste en la reconstrucción del diseño original, sino solamente de la porción afectada para estabilizar la tela (Foelix 1996). En cambio, ante daños severos de la telaraña sería de esperar un comportamiento de abandono del sitio por parte de la araña.

En esta investigación se estudia la variación de la respuesta de los individuos de *Plesiometa argyra* ante la destrucción de sus telarañas, de acuerdo a su edad y a la intensidad del daño.

Métodos

El trabajo se realizó el 8 de enero de 2003 en una plantación de *Elaeis guineensis* de la localidad de Parrita, Costa Rica. Se trabajó en un palmar maduro de aproximadamente 10 años, caracterizado por individuos de 7 metros de altura en promedio.

Para el estudio se seleccionó la especie de arácnido *Plesiometa argyra* por su abundancia en la zona y su fácil identificación. Los juveniles de esta especie construyen a ambos lados de la red de captura una trama superior y otra inferior de menor tamaño, bajo las que se colocan ante cualquier perturbación o señal de alarma.

En la zona interior del palmar se seleccionaron cuatro hileras de pilas de hojas secas de palmas, en las que se ubicaron y marcaron sistemáticamente un total de 35 telas de arañas juveniles y 42 de adultas. De ellas, 24 fueron tomadas como control (11 de adultos y 13 de juveniles), observándose la presencia o no de la araña a lo largo del día. El resto de las telarañas fue sometido a uno de dos daños de diferente magnitud. El primero de éstos consistió en cortar los anclajes de la mitad de la red (Daño Intermedio), por lo que “caía” aproximadamente la tercera parte de la red interior. En el segundo caso sólo se dejaron dos anclajes (Daño Máximo), lo que implica la destrucción total de la red interior y la permanencia de sólo un hilo anclado a dos extremos.

Los daños se realizaron entre las 8:10 am y las 10:00 am; en cada caso se anotó la hora del daño. Las telas seleccionadas fueron revisadas pasadas 2, 7 y 8.5 horas después de realizado el daño. En cada visita se anotó la presencia de la araña y la reparación o no de la tela.

Resultados

Antes de evaluar las posibles conductas de las arañas ante la destrucción de sus telas, se procedió a analizar si existía una tendencia natural de *P. argyra* a abandonar éstas con el transcurso del día. Para ello se utilizaron los datos de los controles. De los 24 individuos estudiados, sólo 3 abandonaron la tela para el momento de la segunda revisión y 1 para el momento de la tercera (Cuadro 1). En dos de estos casos (un adulto y un juvenil), las telarañas habían sido destruidas casi totalmente. Al comparar el número de individuos que abandonaron las telas con aquellos que permanecieron se evidencia que esta especie no abandona espontáneamente las redes, al menos durante el período de tiempo evaluado (8:10 am – 4:50 pm) ($\chi^2_{1, 22} = 0.84$, $p = 0.59$).

Cuadro 1. Número de individuos de *P. argyra* juveniles y adultos que abandonaron y que permanecieron en sus telas entre las 8:10 am y las 4:50 pm.

	Abandonó	No abandonó	Total
Adultos	1	10	11
Juveniles	3	10	13

Independientemente de la edad, la conducta de abandono no estuvo relacionada con el tipo de daño ($\chi^2_{1,51} = 1.08$, $p = 0.48$) aunque se puede apreciar que la respuesta de abandono fue ligeramente mayor en las telas que fueron sometidas a un daño máximo (Fig. 1).

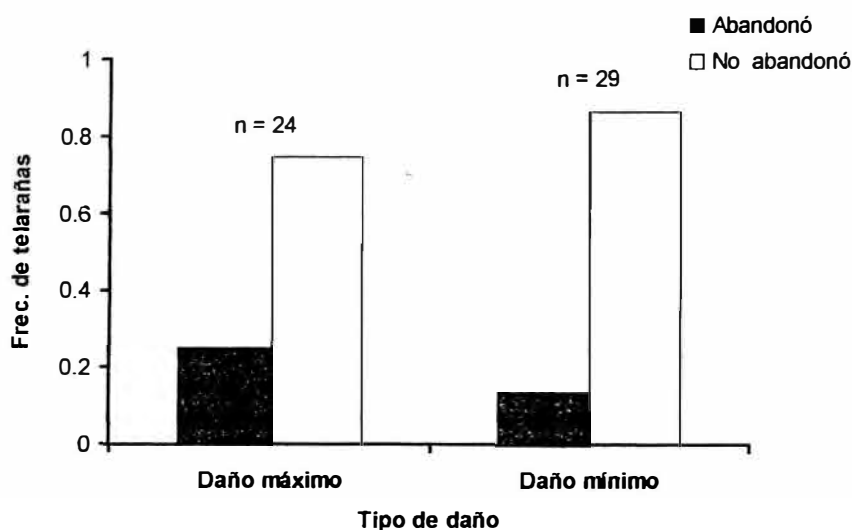


Fig. 1. Frecuencia de abandono de telarañas de individuos de *Plesiometa argyra* según la intensidad del daño.

Por otra parte, los individuos jóvenes tienden a abandonar más frecuentemente las redes que los individuos adultos ($\chi^2_{1,51} = 6.19$, $p = 0.015$) (Fig. 2). Hay que destacar que de los 9 juveniles que abandonaron la red, cuatro lo hicieron ante un daño máximo y los restantes ante uno mínimo; por tanto, la conducta de abandono en los juveniles fue independiente del grado de destrucción de la red.

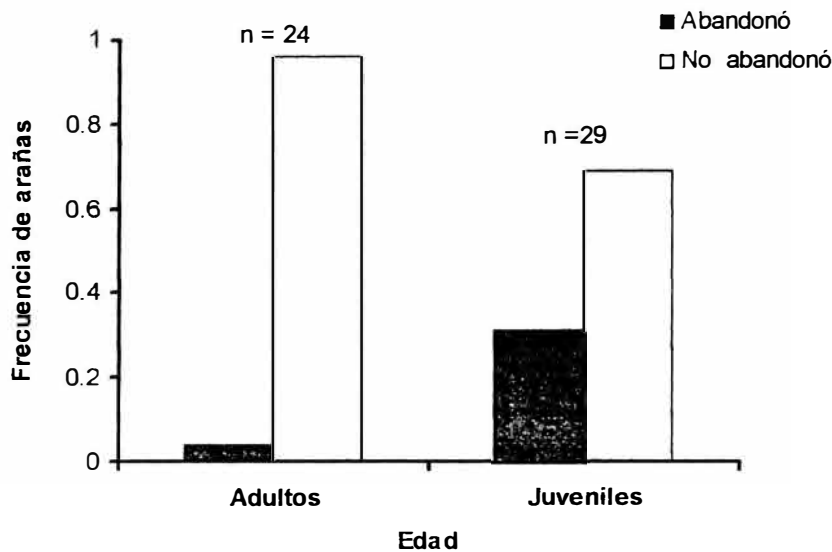


Fig. 2. Frecuencia de abandono de telarañas de individuos adultos y juveniles de *Plesiometa argyra*.

Discusión

Los datos proporcionados por las telarañas control indican que el abandono de la red no es una tendencia habitual de *P. argyra*. Por tanto, cualquier comportamiento de abandono observado debe estar asociado a la respuesta a los tratamientos.

Contrario a lo que se esperaba, los individuos jóvenes tienden a abandonar las telas más que los adultos. Esto puede estar asociado al hecho de que los adultos una vez que seleccionan un buen lugar tratan de permanecer en él. Este resultado concuerda con el planteamiento de Foelix (1996), de que el propósito último de cualquier telaraña es capturar presas. Por tanto, la selección o preferencia por un sitio particular suele estar fundamentalmente relacionada con el incremento de la tasa de captura de presas y la disponibilidad de sitios de anclaje, y no tanto con la prevención de la depredación (Uetz y Hieber 1997). Considerando este punto de vista, es de esperar que los jóvenes que aun no han encontrado un sitio "óptimo" para la captura de presas, intenten hacer su tela en otro sitio en lugar de reconstruirlas cuando sufren algún daño. Paralelamente, se observó que los juveniles que reconstruyeron las telas sólo elaboraron la red de captura, lo cual podría indicar que estos individuos en una situación estresante priorizan el forrajeo más que la protección.

Por otra parte, los resultados indican que en *P. argyra* la magnitud del daño no influye en la conducta de abandono de las telas por parte de los individuos (Fig. 2). No obstante, una mayor frecuencia de daños, y no el tamaño de éste, quizás sea un estímulo suficiente para inducir el abandono (traslado) de la tela, incluso por parte de las arañas adultas de *P. argyra*. Probablemente daños repetidos indiquen que el sitio seleccionado es muy inestable por lo que permanecer en él implicaría un gasto elevado de energía en reconstrucciones frecuentes de la tela.

Referencias

- Cervantes, R.; Monmany C.; Yuck; H. y Salinas, M. 2000. Factores que influyen sobre la reconstrucción de la tela en *Gasteracantha cancriformis*. Pp. 27-31. En Barrantes G. y A. Fargi-Brener (eds.). Ecología Tropical y Conservación 2000-2. UCR-OET, San José.
- Foelix, R.F. 1996. Biology of spiders. Oxford University Press, New York.
- Uetz, G. W. y Hieber, C. S. 1997. Colonial web-building spiders: balancing the costs and benefits of group-living. Pp. 458-475. En J. C. Choe y B. J. Crespi (Eds.). Social behavior in insects and arachnids. Cambridge University Press, Inglaterra.

LAS TERMITAS NO SE MAMAN: TASA DE REPARACIÓN DE DAÑOS A TERMITEROS DEL GÉNERO *NASUTITERMES*

Jimena Forero, Gustavo Londoño y Juan Carlos Villarreal A.

Resumen: Los termiteros en condiciones naturales están sometidos a perturbaciones que implican alteraciones de sus condiciones "normales". Una de ellas son las realizadas por aves como trogones y loros quienes construyen sus nidos en el interior de la colonia. Para comprender como los termiteros toleran este tipo de alteraciones hicimos un experimento realizando repetidas perturbaciones en el mismo lugar. La tasa de reparación no está influenciada por el tamaño de la colonia y el tiempo de reparación no muestra una tendencia al experimentar repetidas perturbaciones de igual magnitud. Adicionalmente, la presencia de depredadores acelerara la tasa de reparación.

Palabras Clave: *Nasutitermes*, perturbaciones, termiteros,

Introducción

Los termiteros en condiciones naturales están expuestos a perturbaciones de diferentes intensidades y magnitudes. En las tierras bajas de los bosques tropicales algunas especies de aves de las familias Trogonidae y Psittacidae construyen sus nidos en termiteros sin que las termitas los abandonen por este motivo. En loros se ha observado que la pareja inicia la preparación de su cámara de anidación meses antes de colocar sus huevos (Stiles y Skutch 1989). La construcción de un nido implica realizar perturbaciones repetidas en el mismo lugar. Para entender cómo las termitas toleran este tipo de perturbaciones es necesario estudiar la respuesta de las termitas a perturbaciones repetidas.

Nuestro estudio fue realizado en termitas del género *Nasutitermes* (Familia Termitidae) las cuales construyen termiteros o colonias comúnmente sobre árboles y palmas (ej. *Elaeis guineensis*). La colonia madura puede tener hasta cinco millones de individuos utilizando el termitero durante varias generaciones (Shellmann-Reeve 1997). Además, existe una marcada especialización en las funciones dentro de la colonia, ligadas a la morfología y el sexo, en las cuales las obreras y soldados no se reproducen (Shellmann-Reeve 1997). Por otro lado cuando ocurre un daño sobre la colonia los primeras en salir son los soldados, unos minutos después aparecen las obreras para reparar el daño (Lubin 1991)

En este estudio hicimos un experimento para conocer si la tasa de reparación está determinada por el tamaño del termitero y si la tasa de reparación cambia al repetirse una perturbación de igual magnitud que ocurre en el mismo lugar.

Métodos

Este estudio fue realizado en un monocultivo de la palma africana (*Elaeis guineensis*) localizado en Parrita, región costera del Pacífico costarricense. En un palmar de 12 años de edad seleccionamos aleatoriamente 28 termiteros. Estimamos el volumen de cada termitero como una estimación del tamaño de la colonia, utilizando la fórmula de una elipse ($\frac{2}{3}\pi r_1 r_2 r_3$) para lo que medimos largo, altura y ancho. Desde las 9:00 hasta las 15:20, abrimos huecos de 1,5 cm de diámetro por 2,5 cm de profundidad en el centro de cada termitero. Registramos la hora de apertura de cada hueco y la hora

en la cual las termitas finalizaban su reparación, una vez reparada la apertura repetíamos la perturbación con igual magnitud en el mismo lugar. Adicionalmente registramos la presencia de depredadores como el Gecko cabeza amarilla (*Gonatodes albigularis*) y una lagartija del género *Norops* sp.

Para conocer si la tasa de reparación estaba relacionada con el volumen del termitero utilizamos una correlación de Spearman. Además, comparamos la tasa de reparación de termiteros con y sin depredador utilizando una t-student. Adicionalmente hicimos una correlación de Spearman entre volumen de los termiteros con y sin depredador y la tasa de reparación.

Resultados

El tamaño de la colonia, inferido a partir del volumen del termitero no influye en el tiempo de reparación (Spearman $r^2 = -0.053$, $P = 0.7$, Fig. 1). Tampoco la tasa de reparación de repetidas perturbaciones presentó una tendencia a disminuir o aumentar en el tiempo (Fig. 2).

En diez termiteros encontramos dos depredadores, el gecko cabeza amarilla (*Gonatodes albigularis*) y una lagartija género *Norops*. Observamos a los geckos parados en el borde del hueco donde atraparon exclusivamente obreras. En presencia de un depredador la tasa de reparación aumentó ($t = -4.25$, $gl = 9$, $p = 0.0002$). No obstante en ausencia de un depredador, la tasa de reparación del daño causado no es influenciado por el tamaño de la colonia (Fig. 3 y 4).

Discusión

La magnitud de una misma perturbación es posiblemente mayor para termiteros de menor volumen en comparación con termiteros grandes. Sin embargo, la tasa de reparación no depende del volumen del termitero, probablemente porque el área del hueco limita la cantidad de obreras que pueden reparar el daño sin importar el tamaño de la colonia.

En presencia de un depredador las obreras aceleran la velocidad de reparación probablemente para impedir el ingreso de depredadores y de esta forma disminuir el riesgo de depredación de la reina y las obreras. Sin embargo, la tasa de reparación de repetidas perturbaciones en termiteros con depredador no mostró cambios. Podemos considerar que únicamente registramos la presencia del depredador y no su tiempo de permanencia cerca a la perturbación lo que nos impide conocer el efecto real del depredador sobre la tasa de reparación.

Posiblemente la técnica que utilizan las aves para construir la cámara de sus nidos es abrir huecos de mayor tamaño haciendo repetidas perturbaciones en el mismo sitio y de esta manera impedir que las termitas cierren la superficie de los huecos. Evidencia que apoya esta idea es que en dos termiteros observamos que las termitas reparaban las paredes internas de los huecos y no su superficie. Al parecer es menos costoso para las termitas sellar las paredes internas para alejar el peligro de ataque a la termita reina y por consiguiente asegurar el éxito reproductivo de la colonia.

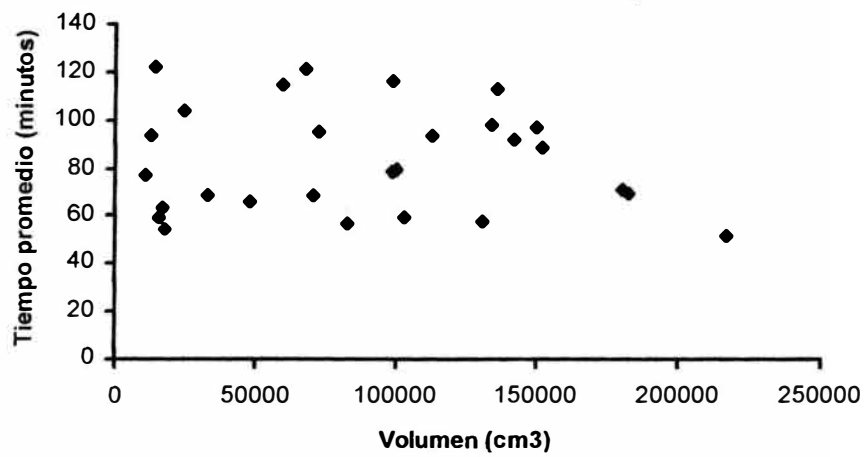


Fig. 1. Variación en la tasa de reparación en termiteros de diferente volumen.

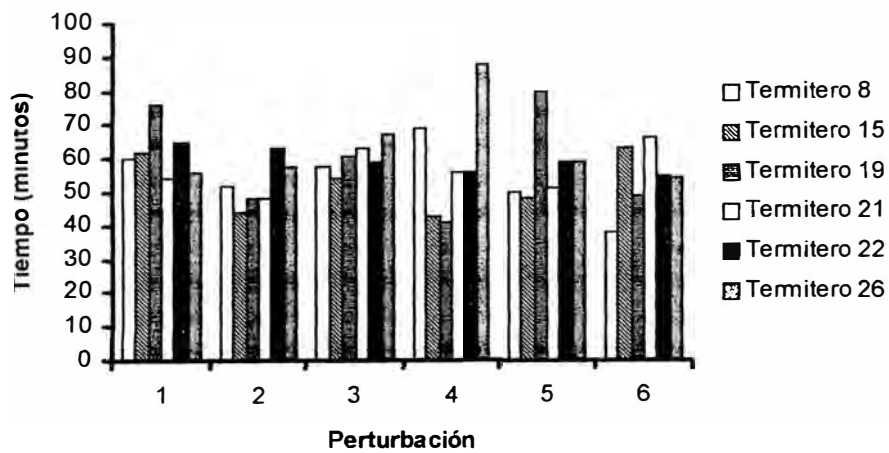


Fig. 2. Tasa de reparación de repetidas perturbaciones en diferentes termiteros.

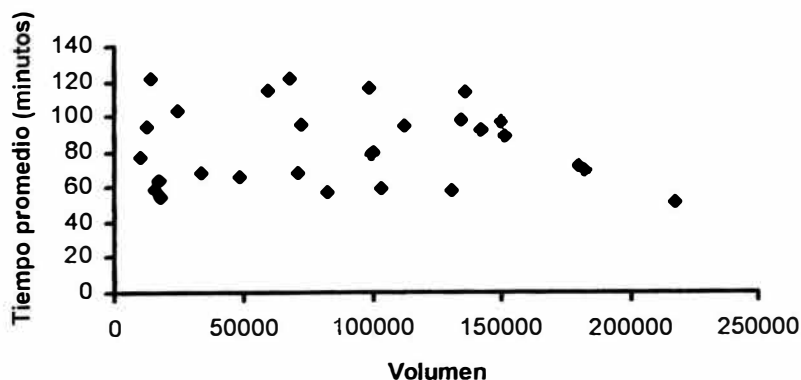


Fig. 3. Relación entre la tasa de reparación de termiteros en presencia de depredador y el volumen.

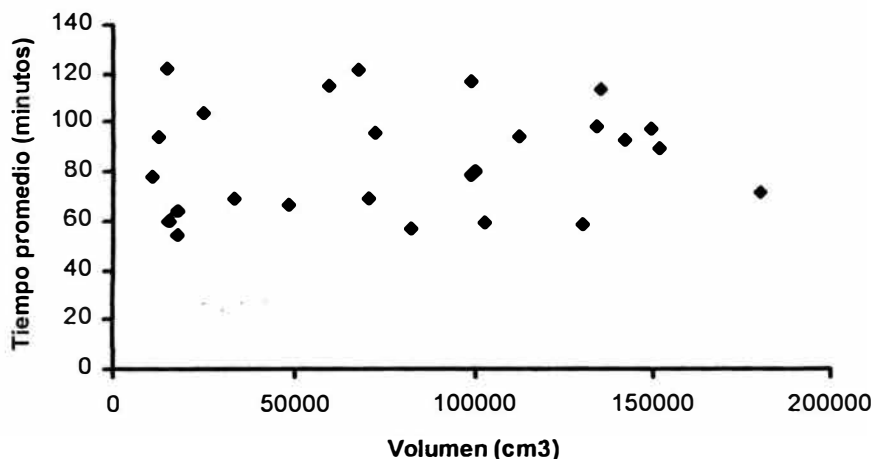


Fig. 4. Relación entre la tasa de reparación de termiteros en ausencia de predador y volumen.

Referencias

- Lubin Y. D. 1991. *Nasutitermes* (Comején, hormiga Blanca, Nasute Termite, arboreal Termite). Pp. 757-759. En, Janzen H. D. Historia natural de Costa Rica. Universidad de Costa Rica.
- Shellmann-Reeve, J. S. 1997. The spectrum of eusociality in termites. Pp. 52-93. En, J.C. Choe y B. J. Crespi (eds.). Evolution of Social Behavior of Insects and Arachnids. Cambridge University Press, UK.
- Stiles F. G. y A. F. Skutch 1989. Aves de Costa Rica. Universidad de Cornell, Nueva York.

DIPLOMACIA BIOLÓGICA: ¿QUÉ TIPO DE RELACIÓN EXISTE ENTRE *VIGNA* Y *CAMPONOTUS*?

Alain Carretero, Luciana Elizalde y Ruth Percino Daniel

Resumen

Estudiamos la relación entre las flores de *Vigna* sp. y dos especies de hormigas *Camponotus* con el objetivo de probar la existencia de una interacción planta-animal y definir su estrechez. Efectuamos tres experimentos: en el primero lavamos las secreciones azucaradas de los nectarios, en el segundo ofrecimos un suministro adicional de recurso alimentario en una planta vecina de la misma especie y finalmente simulamos el ataque de un herbívoro. Evaluamos el comportamiento de las hormigas ante estos estímulos. Predecíamos que la presencia de hormigas contribuiría con la defensa de la planta hacia herbívoros. Encontramos que las hormigas permanecían en la zona cercana a los nectarios, aún después de ofrecer “néctar” en otras plantas. Las hormigas respondieron a la presencia del herbívoro mostrando conductas de agresión, como arrojó de ácido y mordeduras. Las dos especies de hormigas del género *Camponotus* que están asociadas a la planta, presentan una conducta similar, lo que sugiere que no existe una asociación especializada, sino la existencia de un mutualismo facultativo.

Palabras Clave: Defensa antihervívoro, Interacción Planta-hormiga, Nectarios extraflorales, Recurso alimentario.

Introducción

Las interacciones planta-hormiga se han estudiado intensamente (Holldobler y Wilson 1990, Bronstein 1998, Beattie y Hughes 2002) y se ha demostrado que las hormigas pueden afectar la composición y dinámica de las comunidades de plantas por medio de “jardinería” selectiva, alterar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, polinizar flores, dispersar y cosechar semillas, proteger a las plantas de competencia con otras especies y protegerlas directamente de herbívoros. En este último caso, llamado “sistema de hormigas guardianas”, las plantas proveen a las hormigas con comida y lugar para anidar (Beattie y Hughes 2002).

Los nectarios extraflorales son órganos que producen secreciones azucaradas, que posiblemente contienen aminoácidos y son atractivos para las hormigas y otros insectos. No se involucran en la polinización, a pesar de que puedan ocurrir en la flor fuera del perianto (Holldobler y Wilson 1990). Son producidos por una gran variedad de plantas, al contrario de lo que ocurre con los “domatia” y cuerpos alimenticios producidos por las plantas que albergan hormigas, como existe en *Acacia-Pseudomyrmex* o *Cecropia-Azteca*. Las hormigas más agresivas defienden los nectarios activos, en algunos casos extendiendo su territorio sobre la planta entera (Holldobler y Wilson 1990).

Nos preguntamos cuál es la función de las hormigas de las especies de *Camponotus* sp. sobre las plantas de la especie *Vigna* sp. (Fabaceae: Papilionoideae) y si existe una interacción mutualista debido a que estas plantas presentan nectarios extraflorales en la base de las estructuras reproductivas (Gentry 1993). En este contexto, nos planteamos una hipótesis de forrajeo, según la cual las hormigas estarían solamente alimentándose sobre la planta utilizando el néctar ofrecido por ésta como recurso y al observar los nectarios de las plantas encontraríamos una mayor proporción de ellos explotados por las hormigas. Por otro lado, las hormigas podrían defender su

recurso alimentario, y así podrían proteger a la planta contra herbívoros, la que denominamos hipótesis de protección, por la cuál si se disminuye o aumenta experimentalmente la cantidad de néctar, las hormigas deberían permanecer en la flor de todos modos y deberían ser agresivas contra herbívoros que se presenten en la corola, estructura de suma importancia para atraer a los polinizadores (Weng com. pers.).

Por lo tanto, en este trabajo se intenta probar la existencia de una interacción planta-hormiga, si *Camponotus* únicamente utiliza los nectarios como fuente de recurso alimentario o si por el contrario existe una defensa más generalizada de la planta por las hormigas.

Métodos

Realizamos este estudio durante el mes de enero de 2003, en una plantación de la palma africana *Elaeis guineensis*, localizada en la zona de Parrita, Provincia de Puntarenas, Costa Rica. En una sección del palmar, seleccionamos 51 inflorescencias de las plantas de *Vigna* sp. a lo largo del borde del camino principal. Registramos en cada una de ellas datos ontogénicos, como presencia de botón floral, flor o vaina. Observamos el comportamiento de las hormigas en los nectarios durante un minuto en cada flor, realizándose las observaciones en tres periodos: mañana 8:30-10:30, mediodía 11:00-12:30 y tarde 16:00-17:30 hr. Para cada flor anotamos el número de hormigas presentes en los nectarios; presencia-ausencia de hormigas en hojas de la misma especie dentro de un círculo de aproximadamente 20 cm de diámetro alrededor de la flor (como estimación de la actividad de las hormigas fuera del nectario); presencia-ausencia de herbivoría en la flor y primera hoja después de la flor; número de nectarios activos en la flor, considerando para esto el brillo que se observa sobre las superficie de los nectarios cuando están activos.

Para determinar la relación entre el número de hormigas presentes en nectarios activos, calculamos una correlación de Spearman (Zar 1999).

Después de estos periodos de observación, realizamos tres experimentos para probar las hipótesis de forrajeo y protección:

Experimento 1. Lavamos con agua los nectarios de ocho flores y durante un periodo de 10 minutos observamos la actividad de las hormigas, simultáneamente observábamos una flor vecina que tuviera la misma especie de hormiga como control. Determinando así, si las hormigas permanecen en la base de la flor aunque la cantidad del recurso cambie.

Experimento 2. Seleccionamos ocho flores con hormigas, procurando que en cada una de ellas hubieran plantas vecinas de otra especie. En cada una de estas flores, colocamos una cantidad fija de miel y mermelada (aproximadamente 1 cm³), para observar el comportamiento de las hormigas ante la existencia de exceso de recurso alimenticio cercano. El periodo de observación fue de 10 minutos en cada flor y se registró la frecuencia de abandono de hormigas de la flor hacia el recurso ofrecido. Utilizamos la prueba de Wilcoxon para el análisis de los resultados (Zar 1999).

Experimento 3. Simulamos el ataque de un herbívoro a la flor, colocando una larva de lepidóptero en la corola. La larva era colocada nuevamente sobre la corola si ésta se caía o se movía fuera de ella. Realizamos las observaciones durante 10 minutos del comportamiento las hormigas, registrando si mostraban agresión al herbívoro. La conducta de arrojar ácido se consideró según la definición de Holldobler y Wilson (1990): las patas traseras y medias están estiradas y el abdomen curvado doblado entre ellas hacia adelante, y es definida como una respuesta agresiva para el género *Camponotus*. Además, se consideró agresión si la hormiga mordía al herbívoro.

Resultados

Realizamos un total de 153 observaciones de las 51 flores seleccionadas. Dos especies del género *Camponotus* fueron dominantes (Fig. 1), una con hormigas rojas y la segunda con hormigas negras. Entre las hormigas que se encontraban en los alrededores fue muy frecuente una hormiga del género *Pseudomyrmex* (obs. pers.), aunque nunca se observó en un nectario. La especie de hormiga roja es dimórfica, aunque sólo las hormigas de la casta más pequeña forrajeaban en los nectarios, y las grandes no visitaban las flores. Las hormigas se encontraban en nectarios extraflorales de plantas con diferentes estadios ontogenéticos (botones, flores o frutos).

El 76.5% de las flores ($N = 117$) presentaban hormigas forrajeando en el nectario la mayor parte del tiempo de observación. Del total de flores observadas, 52% tenían una hormiga, 15% tenían dos y 9% tenían tres o más. La presencia de las hormigas no cambió a lo largo del día ($X^2 = 0.87$, gl. = 2, $p = 0.64$), aún cuando el número de hormigas que se encontraban alrededor de las flores disminuyó (en 20 flores encontramos hormigas durante la mañana, luego sólo 11 de las flores tenían hormigas en la periferia) indicando una disminución en la actividad de las hormigas. El número de hormigas presentes en las flores está relacionado con el número de nectarios activos ($r = 0.21$, $N = 153$, $p = 0.006$). De las flores en las que se observó la presencia de hormigas, el porcentaje de daño por herbivoría fue menor (10%) con respecto al daño en las hojas (54%).

Experimento 1: ninguna de las hormigas se retiró del nectario luego de ser lavado. Siete de las hormigas mostraron en la mayor parte del tiempo una conducta de movimiento más que de forrajeo (Fig. 3).

Experimento 2: sólo en dos observaciones se presentó la conducta de abandono de las hormigas hacia los recursos en exceso (Fig. 4), por lo que las hormigas no abandonaron las flores en forma significativa ($N = 8$, $Z = 2$, $p = 0.59$).

Experimento 3: en siete de las ocho observaciones, las hormigas respondieron a la presencia del herbívoro, mostrando conductas de agresión como mordeduras y arrojó de ácido. En dos casos el herbívoro fue expulsado de la corola. Tanto las *Camponotus* rojas como las negras respondieron en forma similar ante los tres experimentos realizados.

Discusión

La interacción entre *Camponotus* sp. y *Vigna* sp. no es debida solamente al suministro de néctar, ya que la hormiga defiende activamente la planta del ataque de herbívoros. Nuestros resultados apoyan tanto la hipótesis de forrajeo como la de defensa. El hecho de que las hormigas no se retiren en forma inmediata a un recurso alimenticio muy próximo, sumado a la permanencia que se observó luego de la remoción del néctar, sugiere que las hormigas están defendiendo un área, posiblemente porque el recurso se renovará y deben proteger esa fuente continua de alimento. Los resultados de la baja proporción de hormigas que se marchan a la fuente más abundante ofrecida, puede relacionarse también, a que el néctar extrafloral presenta aminoácidos, siendo una fuente más rica en nutrientes que sólo los azúcares ofrecidos en exceso.

Debido a que la presencia de hormigas en el nectario no cambia a lo largo del día y que la actividad de las hormigas en la periferia disminuye, las hormigas defenderían ese recurso en forma independiente al resto de sus actividades, siendo importante su permanencia en el nectario extrafloral para la defensa de la flor. Por la posición de los

nectarios extraflorales (en la base de las estructuras reproductivas), se asume que dicha posición es una estrategia de la planta para defender estas estructuras. El menor porcentaje de daño por herbivoría en las flores en comparación con las hojas, se puede interpretar como la acción antiherbívoro de las hormigas, aunque este resultado debe ser considerado con cautela ya que las hojas duran más tiempo que las flores en la planta, sufriendo mayor exposición a los herbívoros.

Como son dos especies de hormigas las que están asociadas a las flores, y dado que ambas presentan una conducta similar, posiblemente no exista una asociación especializada, por lo que la interacción no presentaría una historia de evolución paralela como en los casos de mutualismos obligados (Bronstein 1994). La presencia de plantas de *Vigna* estaba localizada en un sector pequeño, y la cantidad de plantas era reducido, por lo que pensamos que las hormigas sólo utilizan este recurso como parte de su dieta, no siendo posible una especialización.

Debido a que la mayoría de las flores observadas presentaron una sola hormiga, y asumiendo que todas fueran de la misma colonia, es posible que las hormigas optimicen el forrajeo, repartiendo sus tareas entre las distintas flores. Al no observarse un exceso de néctar cuando sólo había una hormiga en el nectario, sugiere que una sola hormiga aprovecha al máximo el recurso. Por otro lado, cuando las hormigas atacaban a los herbívoros en las flores que tenían más de una hormiga, lo hacían sólo de una hormiga por vez, es decir, no necesariamente un número mayor de hormigas implica una mejor defensa para la planta. Aunque la eficacia de la defensa antiherbívoro depende del tamaño del herbívoro y de la agresividad de cada especie de hormiga (G. Barrantes com. pers.), el haber encontrado sólo hormigas de casta pequeña forrajeando puede arrojar dudas sobre la hipótesis de protección, ya que una hormiga de mayor tamaño debería ser más efectiva para repeler herbívoros. Sin embargo, se debe hacer notar que las hormigas dividen las tareas y generalmente las hormigas que forrajean son las de tamaño menor (Holldobler y Wilson 1990).

A pesar de que no medimos la adecuación de cada miembro del mutualismo para probar si realmente se trata de esta interacción, las actividades que realizan cada una de las especies es de suma importancia para la otra y, aunque es necesario medir los efectos a largo plazo de la interacción y compararlos con los efectos si no se presentaran juntas las especies, consideramos ésta interacción como un mutualismo de tipo facultativo, en el cuál ambas partes se benefician mutuamente pero no en forma tan estrecha como para ser dependientes entre sí.

Bibliografía

- Beattie A.J. y L. Hughes, 2002. Ant plant interactions. Pp. 211-235. En Herrera C.M. y O. Pellmyr (Eds.) *Plant-Animals Interactions: an evolutionary approach*. Blackwell Science.
- Bronstein J.L., 1994. Our current understanding of mutualisms. *Quat. Rev. of Biol.* 69: 31-51.
- Bronstein J.L., 1998. The contribution of ant-plant protection studies to our understanding of mutualism. *Biotropica* 30: 150-159.
- Gentry, A.H., 1993. *A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America*. Conservation International, Washington.
- Holldobler B. y E.O.Wilson, 1990. *The Ants*. Belknap Press.
- Zar J.H., 1999. *Biostatistical Analysis*. 4^{ta} ed. Prentice Hall. Nueva Jersey.

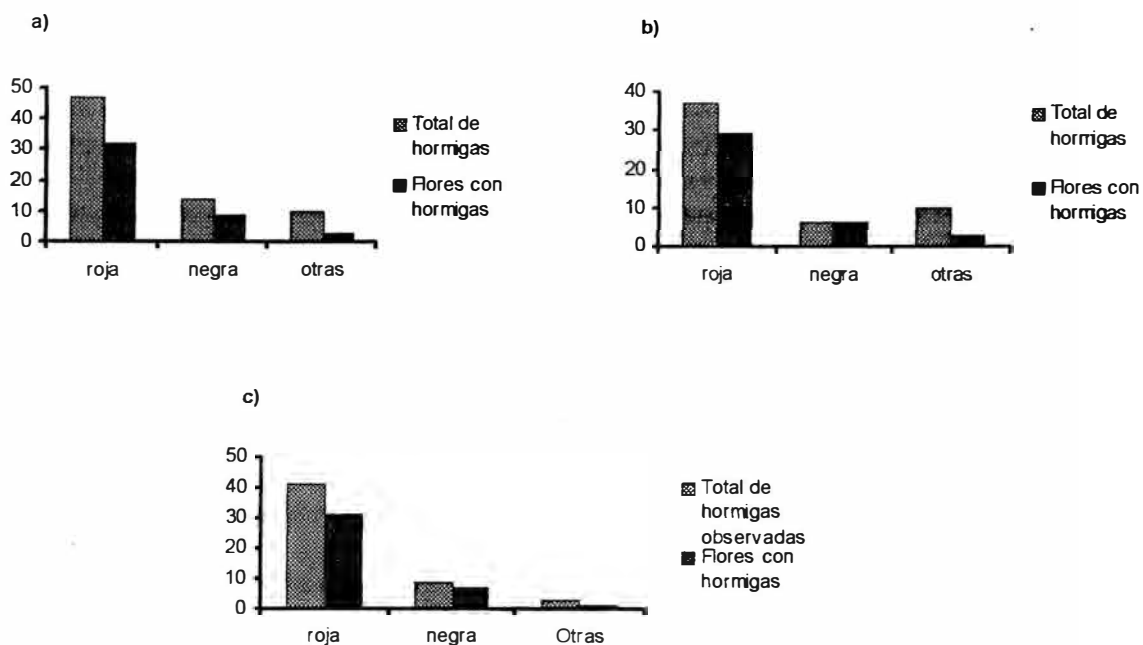


Fig. 1: Total de hormigas en cada período y cantidad de flores con hormigas: a- Mañana, b- Mediodía y c- Tarde

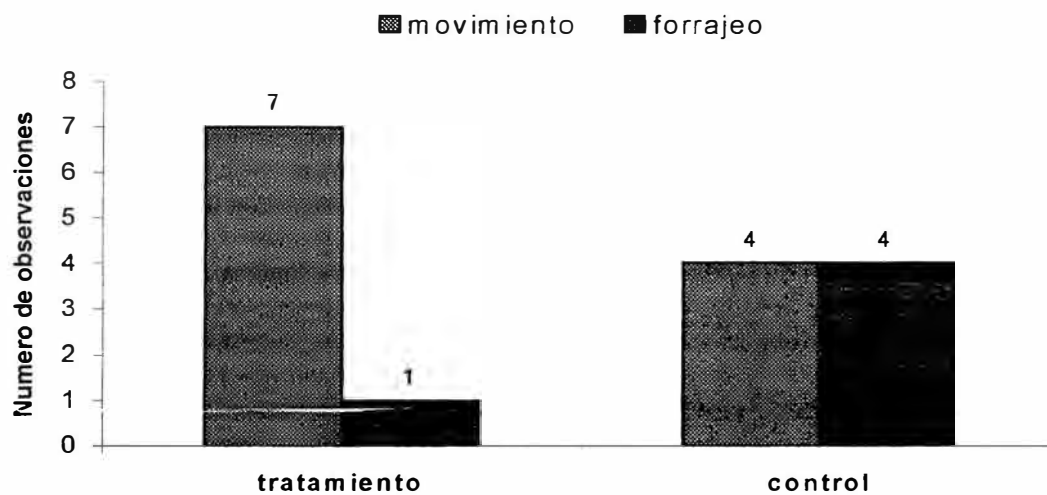


Fig. 2. Flores sometidas al lavado de nectario (N = 8, Experimento 1).

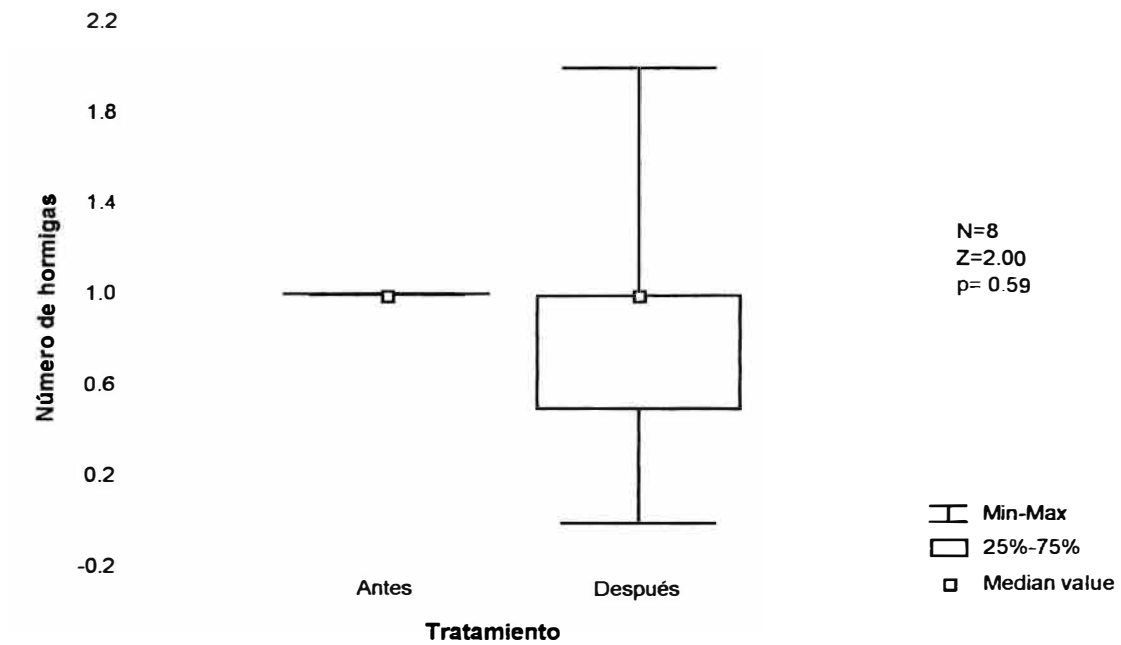


Fig. 3: Respuesta de las hormigas de las dos especies de *Camponotus* al suministro adicional de recurso alimenticio.

Nota Corta

RELACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES DE *ANARTIA FATIMA* (LEPIDOPTERA, NYMPHALINAE) Y PLANTAS VISITADAS

Rodrigo Becerra, Rosalía Fariña y Mónica Olazabal

Palabras Claves: ambientes degradados, *Anartia fatima*, relación insecto-planta.

Anartia fatima, es una especie común en zonas perturbadas, que presenta un periodo de vida no mayor a dos semanas. Ambos sexos son activos durante el día, periodo en el que visita una gran variedad de flores de especies herbáceas y arbustivas en claros. Allí desarrolla sus actividades de alimentación, oviposición y descanso. Los machos por lo general se encuentran, entre la media mañana y las primeras horas de la tarde en la vegetación mas baja, ahuyentando a otros machos y hembras. Las hembras ovipositan preferentemente alrededor del medio día, aunque son capaces de hacerlo desde las últimas horas de la mañana hasta las primeras de la tarde con alta incidencia del sol. A esta especie de mariposa se la asocia con especies vegetales de la familia *Acanthaceae*, específicamente a los géneros *Blechnum*, *Justicia*, *Dicliptera* y *Ruellia* (DeVries 1987). El objetivo del presente estudio fue determinar si las actividades identificadas dentro del patrón de comportamiento de *Anartia fatima* presentan alguna asociación con las especies vegetales visitadas en diferentes horas del día.

Realizamos un muestreo durante enero de 2003 en una plantación de palma africana (*Elaeis guineensis*) de 15 años de edad, en la localidad de Parrita, Puntarenas. Establecimos un transecto de 18 x 253 m, que recorrimos en tres periodos del día: mañana (9:00 a.m.), medio día (11 a.m.) y tarde (2:00 p.m.), realizando paradas de observación de 10 minutos de duración cada 43,5 m. En dichas detenciones realizamos observaciones focales de cada individuo dentro del transecto durante todo el tiempo que permaneciera en él, registrando el sustrato sobre el que se posaba y las actividades realizadas. Las actividades que se definieron fueron: búsqueda (visitas menores a 5 segundos), descanso (visitas mayores a 5 segundos), vuelo (cruzar el transecto sin posarse), alimentación y oviposición. La determinación de las actividades de conducta de *A. fatima* y las de las especies vegetales las realizamos por observación directa. Muestras de las plantas donde realizaron alguna de sus actividades fueron recolectadas, para su posterior identificación.

Registramos un total de 21 individuos de *A. fatima* distribuidos de la siguiente forma: 7 a la mañana, 6 al medio día y 8 a la tarde. Durante todo el muestreo no se registraron actividades de alimentación ni oviposición. Únicamente observamos actividades de descanso, búsqueda y vuelo, las cuales se incrementaron a medida que avanzó el día, registrándose 9 en la mañana (búsqueda = 1, descanso = 5 y vuelo = 3), 11 en la tarde (búsqueda = 8, descanso = 1 y vuelo = 2) y 22 en la tarde (búsqueda = 7, descanso = 3 y vuelo = 2). Sobre la utilización de sustratos notamos que *A. fatima* varía en la utilización de las especies vegetales según transcurre el día (Fig. 1). La actividad de descanso fue la más frecuente durante la mañana utilizando en mayor proporción la palma seca (Fig. 2a), durante el medio día la actividad de búsqueda fue mas frecuente en las gramíneas y helechos (Fig. 2b), y en la tarde se observa la actividad de búsqueda usando como sustrato gramíneas y helecho (Fig. 2c). Ninguna de estas actividades está asociada a una planta en particular.

Anartia fatima no mostró ninguna tendencia clara a cambiar de actividad o sustrato con el transcurso del día. Esto podría responder a su carácter generalista, y sólo podríamos decir que se encuentra mas bien asociada a claros que a alguna

especie en particular. El uso mayoritario de las gramineas durante el medio día y la tarde podría deberse a su mayor abundancia en el área.

Observaciones no sistemáticas permitieron confirmar la preferencia de esta especie por sitios bien iluminados: frecuentemente se la observa posada al sol abriendo y cerrando sus alas entre 15 y 20 veces consecutivas. Después de esta secuencia de movimientos frecuentemente mantiene las alas cerradas. Esto último podría estar funcionando como un mecanismo para regular la temperatura al aumentar o disminuir, respectivamente, la superficie de exposición al sol durante el reposo. Otro comportamiento, registrado durante las observaciones focales, también podría estar funcionando en la regulación de la temperatura: al encontrarse con las alas cerradas varios individuos se ubicaron orientándose en dirección al viento (a modo de veleta), ofreciendo la mínima resistencia al aire y probablemente evitando la pérdida de calor.

Referencia

DeVries, P. 1987. The Butterflies of Costa Rica and their Natural History. Princeton University Press. New Jersey.

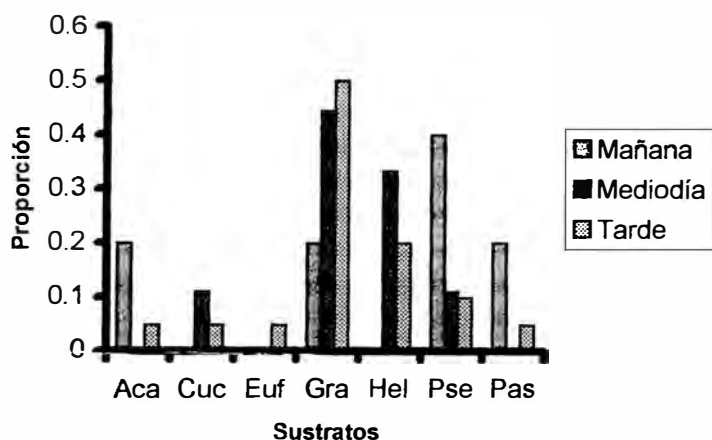


Fig. 1- Uso de sustratos por *Anartia fatima* (Aca: Acantacea, Cuc: Cucurbitacea, Euf: Euforbiacea, Gra: Graminea, Hel: Helecho, Pse: Hoja de palma seca, Pas: Pasifloracea), en diferentes momentos del día.

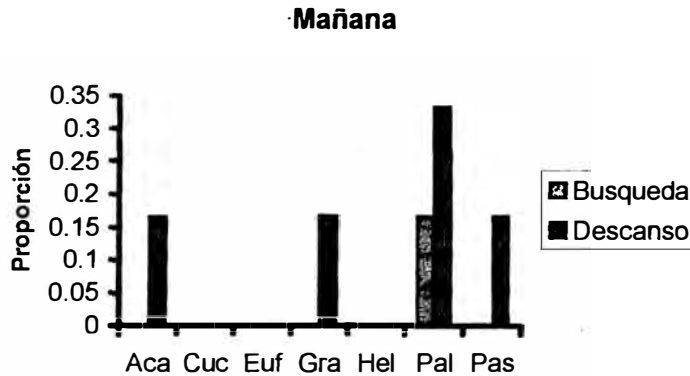


Fig. 2.a– Actividades desarrolladas por *Anartia fatima* en la mañana para cada sustrato (Aca: Acantacea, Cuc: Cucurbitacea, Euf: Euforbiacea, Gra: Graminea, Hel: Helecho, Pse: Hoja de palma seca, Pas: Pasifloracea)

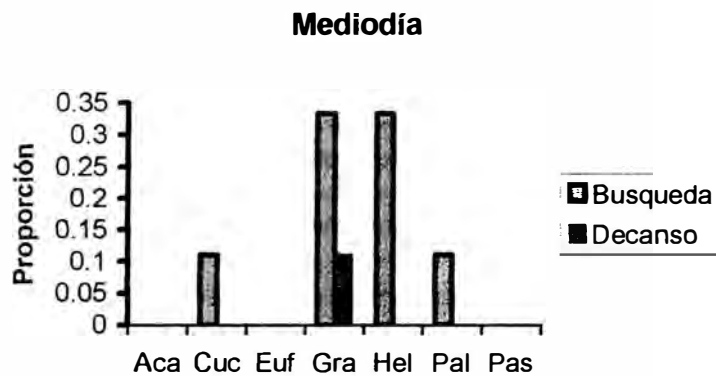


Fig. 2.b– Actividades desarrolladas por *Anartia fatima* al medio día en cada sustrato (Aca: Acantacea, Cuc: Cucurbitacea, Euf: Euforbiacea, Gra: Graminea, Hel: Helecho, Pse: Hoja de palma seca, Pas: Pasifloracea).

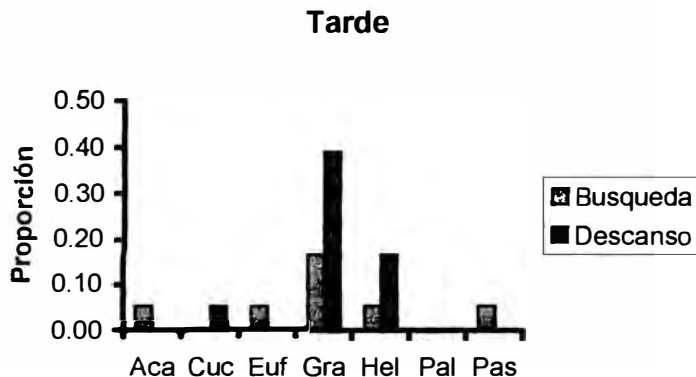


Fig. 2.c– Actividades desarrolladas por *Anartia fatima* en la tarde en cada sustrato (Aca: Acantacea, Cuc: Cucurbitacea, Euf: Euforbiacea, Gra: Graminea, Hel: Helecho, Pse: Hoja de palma seca, Pas: Pasifloracea).

ESTRATIFICACIÓN DE APHYLLOPHORALES Y CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS EN PILAS DE HOJARASCA DE PALMA AFRICANA

Marcelo Ardón, David Suárez y Josué Ramírez

Resumen. Nuestro conocimiento de los controles de la actividad de los detritívoros es limitado. En esta investigación estudiamos la estratificación microclimática y de Aphylophorales en pilas de hojarasca en una plantación de palma africana en Parrita, Costa Rica. Seleccionamos trece pilas, 10 para muestrear a los Aphylophorales y tres para medir las condiciones microclimáticas de los estratos a lo largo del día. La temperatura y luminosidad fueron mayores en el estrato superior y la humedad fue mayor en el estrato inferior. Se encontraron dos especies de hongos *Schizophyllum commune* (Schizophyllaceae) en estrato superior y una especie de la familia Corticiaceae en el estrato inferior. Basados en nuestros datos y observaciones sugerimos una sucesión de los hongos degradadores en las pilas de palma africana.

Palabras Clave: Aphylophorales, descomposición, estratificación, *Schizophyllum commune*, Corticiaceae

Introducción

Del 70 al 90% de toda la producción primaria global no es consumida y entra a cadenas de descomposición (Pomeroy 1991). Actualmente carecemos de un entendimiento de los controles de la actividad de los detritívoros en dichas cadenas (Rosemond et al. 2001). Estudios realizados con hongos demuestran que la actividad y presencia de diferentes especies de hongos cambia a lo largo del tiempo y de acuerdo al estado de descomposición del sustrato (Miller 1995). Esta sucesión puede estar dada por los componentes del sustrato (Alexopolus et al 1996), ya que cada grupo de hongos puede tener requerimientos particulares en la sustancia a degradar o las condiciones microclimáticas.

Los Aphylophorales son el grupo de hongos más conspicuo, se especializan en degradar celulosa y lignina a la vez o por separado. La degradación de lignina se conoce como pudrición blanca y la de celulosa como marrón (Zalamea 2002). También se ha reportado una estratificación física en las especies de hongos tanto en la hojarasca en el suelo del bosque como en pilas de hojarasca en plantaciones de cacao (Miller 1995).

En Parrita entre los trabajos de manejo de las plantaciones de Palma Africana se realizan cortes de hojas viejas que son acumuladas en “pilas” a los costados de cada individuo de palma africana. El objetivo de este proyecto era determinar si existe una estratificación en la presencia de cuerpos fructíferos de hongos Aphylophorales en pilas de hojarasca de palma africana en relación a los cambios microclimáticos y características del sustrato disponible.

Materiales y Métodos

El trabajo de campo se realizó en enero del 2003 en una plantación de palma africana *Elaeis guianensis* en Parrita, Costa Rica. Dentro de la plantación se identificó una fila diagonal de pilas de hojas de palmas y se muestrearon 10 pilas alternando una pila de por medio. En estas diez pilas se muestrearon los macrohongos del orden Aphylophorales y en tres pilas (intercaladas entre las 10 pilas) se midieron en los

estratos superior e inferior las condiciones ambientales: temperatura (C), luminosidad (candelas) y humedad relativa (%) a lo largo del día (8, 12, 14 y 16 horas).

En cada pila donde se muestrearon los macrohongos se le midió la altura y se clavó una pala en el centro de la pila, para escoger los fragmentos de hojas de palma. Se muestrearon las cinco hojas (o fragmentos) superiores que tocaban la pala (Estrato Superior). En cada hoja le midimos la longitud y se buscó la presencia de cuerpos fructíferos. Para los cuerpos fructíferos de Corticiaceae solo se anoto presencia y ausencia debido al avanzado estado de descomposición de las hojas. Para los cuerpos fructíferos de *Schizophyllum* se anotaba su posición en relación a la pila y en la hoja como tal. Para determinar la posición de los hongos en relación a la pila se tomaba nota de si la hoja estaba inclinada o posición horizontal (plana), y si la hoja estaba inclinada se registraba si los cuerpos fructíferos estaban mas cerca de la base o de la cima de la pila. Después de medir las primeras cinco hojas se siguió removiendo hojas hasta ver el suelo, entonces se les hizo el mismo procedimiento a las ultimas cinco hojas que tocaran la pala.

Resultados

La temperatura e incidencia de luz promedio así como sus ambitos de variación fueron mayores en el estrato superior que en el inferior. El promedio y la variación durante el día de la humedad relativa fue ligeramente mayor en el estrato inferior que en el estrato superior (Tabla 1).

En total de las diez pilas analizamos 99 fragmentos de hojas de palma en los dos estratos. Encontramos cuerpos fructíferos de dos especies de hongos: *Schizophyllum commune* (Schizophyllaceae) y una especie de la familia Corticiaceae (Tabla 2). De las 99 hojas casi 1/3 presentaron *Schizophyllum*, 1/3 Corticiaceae y 1/3 de ellas no tenían cuerpos fructíferos (Tabla 2). Los cuerpos fructíferos (CF) de *Schizophyllum commune* fueron mas comunes en el estrato superior, y los CF de la especie de Corticiaceae fueron mas frecuentes en el estrato inferior (Fig. 1) ($X^2 = 54.99$, $gl = 3$, $p < 0.001$).

Se encontró una mayor abundancia de CF en el toda la hoja (pecíolo y raquis) que en solo el raquis o el pecíolo (Fig. 2) ($X^2 = 6.4$, $gl = 2$, $p = 0.04$). Cuando los cuerpos fructíferos se encontraron en solo una parte de la hoja, hubo una mayor frecuencia en el pecíolo (Fig. 2), pero no se efectuó prueba estadística debido al bajo número de observaciones. Los cuerpos fructíferos no se distribuyeron uniformemente en relación a la posición de la hoja en la pila, pero no parece haber una preferencia hacia la cima o la base de la pila (Fig. 3) ($X^2 = 7.95$, $gl = 3$, $p = 0.047$). En las hojas que se encontraban planas dentro de la pila solo dos hojas no tuvieron hongos en el haz y envés de la hoja.

Discusión

Excepto por la humedad, las condiciones microclimaticas se mantuvieron mas constantes a lo largo del día en el estrato inferior que en el estrato superior (Tabla 1). Nosotros esperabamos que la humedad fuera mayor y se mantuviera relativamente constante a lo largo del día en el estrato inferior, pero el promedio y la variación fueron muy parecidos en ambos estratos.

Nosotros tomamos los cuerpos fructíferos como indicación de presencia, sin importar si esta es actual o pasada. La presencia de cuerpos fructíferos no es señal de actividad actual de los hongos (Miller, 1995). Con estos métodos se tiende a

subestimar la presencia de los hongos, ya que puede haber hojas colonizadas por hongos que no produjeron cuerpos fructíferos.

Schizophyllum commune fue mucho mas abundante en el estrato superior, mientras que la Corticiaceae fue mas común en el estrato inferior (Tabla 3, Fig. 1). Encontramos solo dos hojas que tenían cuerpos fructíferos de ambos hongos, y la hoja estaba hacia la mitad de la pila. Esto es clara evidencia que existe una estratificación física de la producción de cuerpos fructíferos de los dos hongos.

Parece haber una mayor frecuencia de cuerpos fructíferos de *Schizophyllum* en el peciolo de las hojas sobre el raquis (Fig. 2). Esto podría ser por una mayor concentración de lignina en el peciolo que en el raquis. No observamos cuerpos fructíferos en las láminas de las hojas que no contienen lignina, lo cual apoyaría esta hipótesis de la preferencia por mayor concentración de lignina.

La similitud entre la producción de cuerpos fructíferos cerca de la base o de la cima (Fig. 3), y la presencia de cuerpos fructíferos en el haz y en el envés en las hojas planas dentro de la pila sugieren que las diferencias microclimáticas no son la mayor causa en la estratificación, al menos no de *Schizophyllum*. Esto sugiere que la estratificación observada en los hongos puede ser el resultado de una sucesión en la colonización y producción de cuerpos fructíferos de los hongos. *Schizophyllum commune* es mas común en hojas mas “jóvenes” mientras que la Corticiaceae es mas común en hojas mas “viejas”. También observamos diferentes tipos de descomposición en los dos estratos. En el estrato superior con *Schizophyllum* observamos más una descomposición blanca asociada con la descomposición de lignina y en el estrato inferior con la Corticiaceae más descomposición marrón asociada con la descomposición de celulosa. Se podría proponer que la sucesión de los hongos en las pilas de palma africana inicia con *Schizophyllum commune* que degrada lignina en un primer estadio de sucesión continuando con la sp del Corticiaceae que degradaría celulosa. Hedger (1985) describió en detalle la estratificación de los hongos en pilas de hojas en una plantación de cacao en Ecuador. El también probó por medios experimentales que los hongos que encontraba en los estratos inferiores no podían colonizar sustratos que no hubieran sido colonizados por los hongos que encontraba en los estratos superiores. Queda por probar experimentalmente nuestra hipótesis de sucesión de hongos en las pilas de hojarasca de palma africana.

Referencias

- Alexopolus, C.J., C.W. Mins y M. Blackwell 1996. Introductory Mycology .John Wiley & Sons. USA.
- Miller, S. 1995. Functional diversity in fungi. Can.J.Bot. 73 (Supl. 1):550-557
- Pomeroy, L.R. 1991. Relationship of primary and secondary production in lakes and marine ecosystems. Pp: 97-119 en J.Cole et al. (eds.) Comparative analysis of ecosystems: patterns, mechanisms, and theories. Springer-Verlag, New York, New York, USA.
- Rosemond, A.D., C.M. Pringle, A. Ramírez y M.J. Paul. 2001. A test of top-down and bottom-up control in a detritus food web. Ecology 82:2279-2293
- Zalamea, M. 2002 Guia para recolectar hongos macromicetos del orden Aphyllophorales. Perez-Arbelaesia 13: 115-132

Tabla 1. Condiciones microclimáticas en pilas de hojas de Palma Africana. Promedio de 12 mediciones a lo largo del día (ver métodos). Min y Max fueron la mínima y máxima lectura para cada parámetro.

	Superior		Inferior	
TEMPERATURA	Prom	32.6	Prom	28.1
	Min	29	Min	26.8
	Max	34.77	Max	29.07
HUMEDAD	Prom	69.3	Prom	70.25
	Min	63	Min	64
	Max	77	Max	81
LUZ	Prom	7005	Prom	1.39
	Min	1380	Min	0
	Max	38100	Max	6.6

Tabla 2. Porcentaje de hojas con presencia de cuerpos fructíferos en una plantación de Palma Africana.

<i>Cuerpos Fructíferos</i>	% Ramas
Schizophyllum commune	24.2
Sp de Corticiaceae	37.3
Ninguno	36.1
Ambos	2.0

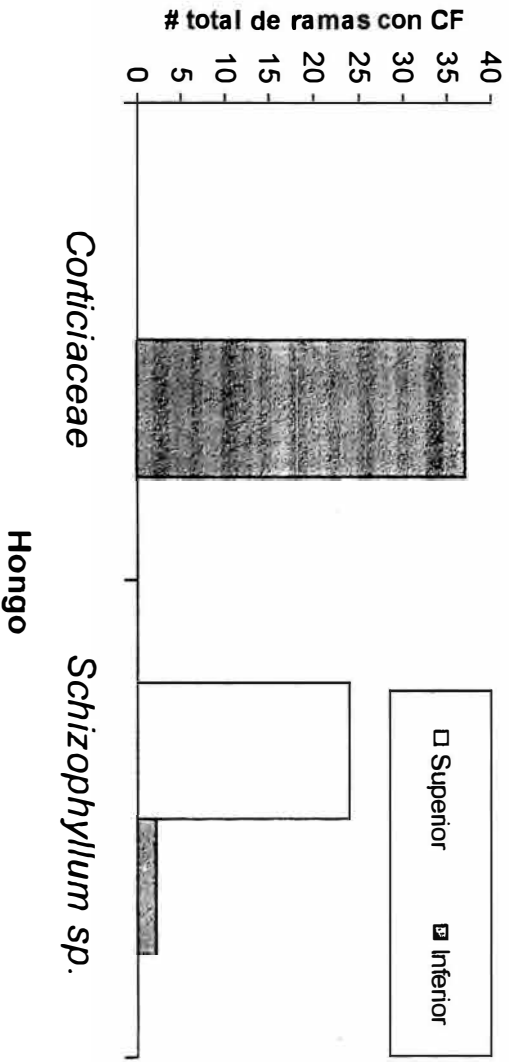


Fig. 1. Presencia de cuerpos fructíferos(CF) de Corticiaceae y Schizophyllum sp. en dos estratos (superior e inferior) en pilas de hojas de Palma Africana en una plantación.

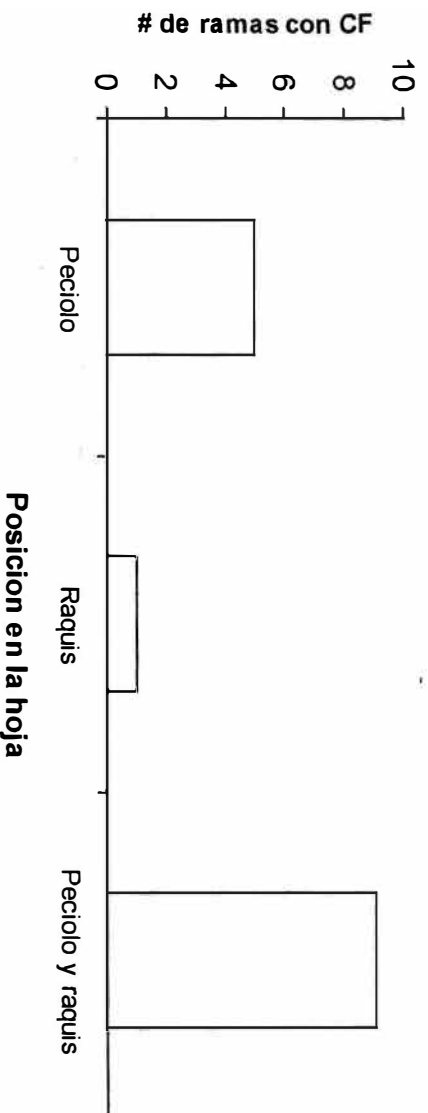


Fig. 2. Distribución de cuerpos fructíferos (CF) de *Schyzophyllum* en hojas de Palma Africana en una plantación.

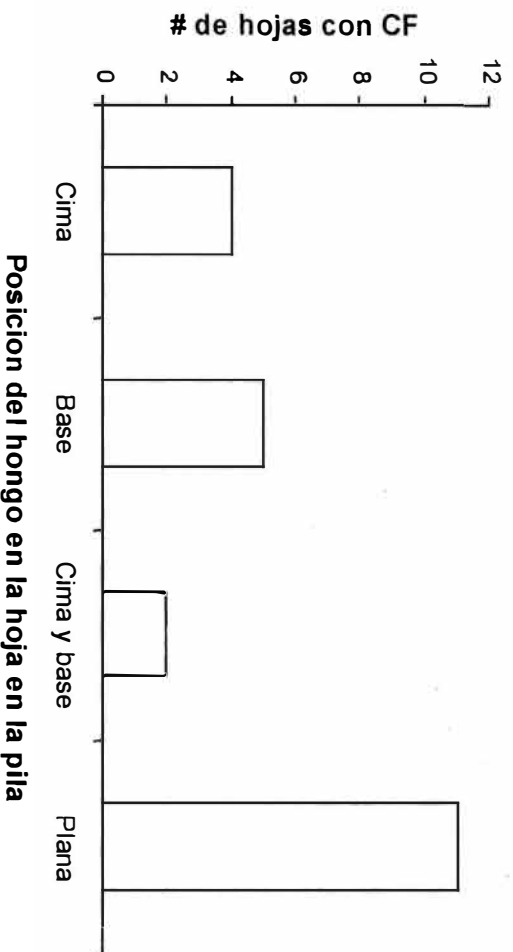


Fig. 3. Posición de cuerpos fructíferos (CF) de *Schyzophyllum* en relación a las pilas de hojas de Palma Africana. Cima= hojas inclinadas con cuerpos fructíferos mas cercanos a la cima de la pila, Base= hojas inclinadas con cuerpos fructíferos mas cercanos a la base, Cima y Base= hojas inclinadas con cuerpos fructíferos cercanos a la cima y a la base, Plana= hojas planas en la pila.

SELECCIÓN DE HÁBITAT DEL GECO DE CABEZA AMARILLA (*GONATODES ALBIGULARIS*) EN UNA PLANTACIÓN DE PALMA AFRICANA (*ELAEIS GUINEENSIS*)

Carlos C. Martínez Rivera, Evelyn Astudillo Sánchez & Delicia Pino Garay

Resumen. El geco de cabeza amarilla (*Gonatodes albigularis*), utiliza hábitats diversos dentro de su distribución geográfica y es capaz de colonizar áreas perturbadas. Estudiamos las condiciones de selección de hábitat para este geco, tomando en cuenta la variación en densidad de cobertura de epífitas en troncos y la presencia de comejenes en un monocultivo de Palma Africana (*Elaeis guineensis*), localizada en Parrita, Provincia de Puntarenas. Encontramos que la presencia del geco es mayor en palmas con menor cobertura de epífitas y parece ser independiente de la presencia de comejenes en las palmeras.

Palabras Claves: Cobertura vegetal, comejenes, *Elaeis guineensis*, *Gonatodes albigularis*, selección de hábitat.

Introducción

El geco, *Gonatodes albigularis*, de la familia Gekkonidae, tiene patrones de actividad muy similares a los lagartijos de la familia Polychrotidae (*Dactyloa*, *Norops*, *Ctenonotus*). Es un residente común de troncos de palmeras y árboles, observado frecuentemente a menos de 2 m del suelo, en áreas alteradas. Es de hábitos diurnos alimentándose de pequeños artrópodos y es territorial en presencia de otros machos, haciendo despliegues de territorialidad desde un lugar visible. Presenta dimorfismo sexual, el macho es más grande (aproximadamente 90 mm) y de coloración oscura, con la cabeza ligeramente amarilla y el ápice de la cola blanca; la hembra es más pequeña y críptica (Leenders 2001). Por lo general se encuentran varias hembras y juveniles en el territorio de un macho adulto. El geco se encuentra desde el Sur de México, hasta el Norte de Sudamérica y se considera un colonizador de áreas perturbadas. Estas características de comportamiento, tan poco comunes en geocos del neotrópico, hacen a *G. albigularis* un excelente sistema para estudiar la ecología de lagartijas de bosques tropicales.

Tomando en cuenta que *G. albigularis* es un colonizador de áreas perturbadas, nos enfocamos en examinar la selección de hábitat de este. Consideramos la variación en densidad de cobertura vegetal de epífitas (refugio) y presencia de comejenes (refugio y alimento) en troncos de palmeras, hábitat típico de geocos arborícolas del neotrópico (Rivero 1998). La plantación está dispuesta en filas regulares presentando restos de peciolo adheridos a su tronco formando pequeñas cavidades que alojan materia orgánica que permiten el desarrollo de plantas epífitas. El geco es abundante en estas palmeras, donde la cobertura vegetal que rodea el tronco de la palma proporciona un posible refugio para este. Igualmente los comejenes *Nasutitermis* sp. utilizan la materia muerta de las palmeras y los nidos de comejenes podría proporcionar refugio y fuente de alimento para los geocos.

El objetivo de nuestra investigación fue averiguar si a pesar de ser un organismo generalista y de hábitos diurnos, *G. albigularis* utiliza preferencialmente palmeras con mayor cobertura vegetal y con presencia de nidos de *Nasutitermis* sp., como refugio.

Materiales y Métodos

Realizamos este estudio en enero de 2003 en Parrita, Provincia de Puntarenas, Costa Rica, en una plantación de Palma Africana (*Elaeis guineensis*). Muestreamos 86 palmeras en transectos lineales, desde las 09H00 hasta 16H00 horas. Avistamos e identificamos a los gecos con observaciones ayudados por binoculares desde una distancia de 3 m y observaciones directas próximo a la palmera. Repetimos el muestreo de gecos tres veces (mañana, medio día y tarde) para comprobar la efectividad del mismo. El muestreo sería efectivo si la respuesta en cada palma (presencia o ausencia de gecos) es consistente en las tres ocasiones. Registramos tres variables: presencia del geco, densidad de cobertura vegetal (epífitas) y presencia de comejenes en el tronco de las palmeras. Utilizamos una plantilla milimetrada para obtener la variable de densidad en cobertura de epífitas en una palmera, ubicándonos a 3 m de distancia al este de cada palma y medimos el número de cuadrículas correspondientes al tronco de cada palmera y el número de cuadrículas correspondientes a la cobertura de epífitas en el tronco. Con estos datos determinamos el porcentaje del área cubierta de epífitas en cada palmera.

La densidad de epífitas y presencia de comejenes en las palmeras se utilizó para determinar si existía una relación entre estas variables y la presencia del geco en la plantación de palmeras. El método estadístico utilizado fue un análisis de contingencia (chi cuadrado) para examinar diferencias en el uso de palmeras con diferentes condiciones.

Resultados

La repetición del muestreo resultó efectiva, ya que encontramos respuestas similares en casi todas las repeticiones. Los gecos discriminan entre palmeras, prefiriendo las que tienen menor cobertura de epífitas, mientras que la cantidad de gecos en palmeras con alta y media densidad de cobertura vegetal es similar (Fig. 1. $\chi^2 = 6.33$, gl = 2, $P = 0.04$). No encontramos una diferencia sobre si los gecos prefieren palmeras con comejenes sobre palmeras sin comejenes (Fig. 2. $\chi^2 = 0.70$, gl = 2, $P = 0.4$).

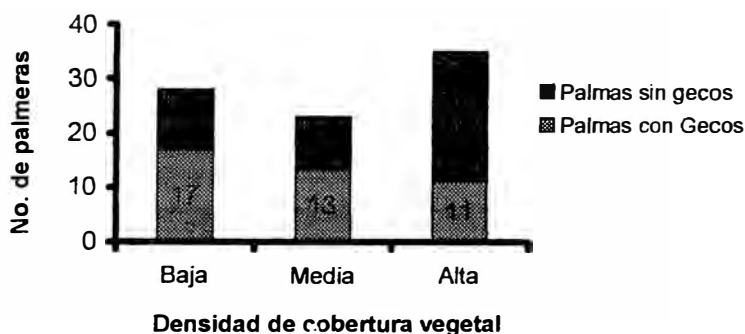


Fig 1. Distribución del geco (*Gonatodes albigularis*) en palmeras con diferente densidad vegetal (densidad baja <50%, densidad media 50%-65%, densidad alta >100%).

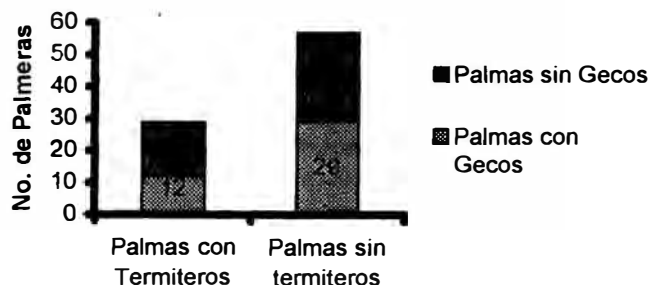


Fig 2. Presencia del geco (*Gonatodes albigularis*) en palmeras con comejenes y sin comejenes en una plantación de *Elaeis guineensis*.

Discusión

La variabilidad de cobertura de epífitas y presencia de comején abarcan un gran rango de condiciones microclimáticas, con geckos presentes en varios tipos de palmeras, lo que apoya la idea de que el geco es un colonizador de áreas perturbadas y es propenso a colonizar microhábitats variados. Los geckos fueron más abundantes en palmeras con baja densidad de epífitas. La mayoría de los geckos observados fueron machos, que ciertamente son más conspicuos desde un lugar expuesto donde pueden hacer sus despliegues visuales de territorio. Muchos de estos, estaban asociados a palmeras con termiteros, indicándonos que cuando hay disponibilidad los machos si prefieren las palmeras con termiteros para realizar despliegues.

Es muy probable que las variables microclimáticas estudiadas no representen las condiciones que determinan la presencia o ausencia de un geco. Por ejemplo, los peciolos de las hojas en el tronco pueden ser refugio suficiente para los geckos y también pueden alojar suficiente presa, sugiriendo entonces que la presencia del geco en las palmeras es independiente de las variables que seleccionamos.

Referencias

- Leenders, T. 2001. A Guide to Amphibians and Reptiles of Costa Rica. Zona Tropical Publication. Miami, USA. PP. 305.
- Rivero, J. A. 1998. Los anfibios y reptiles de Puerto Rico 2^{da} edición. Editorial Universidad de Puerto Rico, Río Piedras.

CUERECI



**SE PROHIBE LA
PESCA A
PESCADORES
PROFESIONALES**



El colibrí **como tal**,
puede ser territorial
como tal, o por el
contrario **como tal**,
formar leks **como**
tal.



¿Dónde podría meter estas manitas tan frías?



No manches güey
con estas no hay
teoría que se aplique

VARIACIÓN ALOMÉTRICA DEL *VACCINIUM CONSANGUINEUM* KLOTZCH (ERICACEAE) A TRAVÉS DE UN GRADIENTE ALTITUDINAL

David Suárez, Marcelo Ardon, Gabriel Colorado y Ruth Percino-Daniel & Esteban Álvarez

Editora: Elizabeth Osorio

Resumen: Evaluamos el cambio en las relaciones alométricas en individuos de *Vaccinium consanguineum* Klotzch (Ericaceae) a lo largo de un gradiente altitudinal en tres sitios localizados a diferentes alturas en la cordillera de Talamanca, Costa Rica. De cada individuo medimos el diámetro de la base, la altura, el diámetro de la copa y el tamaño de 5 hojas escogidas al azar de 20 plantas. Nuestros resultados muestran que las características morfométricas de esta especie y sus relaciones alométricas varían a través del gradiente altitudinal. Esto sugiere que esta especie posee una plasticidad fenotípica que le permite ajustar la distribución de recursos en la producción de diferentes tipos de tejidos (fotosintético o estructural) para sobrevivir bajo diferentes condiciones ambientales.

Palabras Claves: alometría, gradiente altitudinal, *Vaccinium consanguineum*.

Introducción

Una relación alométrica es aquella en la cual una propiedad física o fisiológica de un organismo varía con el tamaño del mismo, de tal forma que se presenta un cambio en la propiedad física o fisiológica relativa al tamaño del organismo (Begon et al. 1986). Estas relaciones existen en muchos niveles taxonómicos y dentro de los individuos de una misma especie, particularmente a nivel morfométrico - como diámetro del individuo con su altura, biomasa con diámetro -, y en muchas relaciones fisiológicas como - huevos por hembra vs. peso corporal, esperanza de vida vs. peso corporal - (Begon et al. 1986).

Por otra parte, las funciones corporales y la eficiencia de los organismos dependen de estas relaciones o radios, al punto que los cambios en las relaciones área-volumen resultantes del cambio de tamaño o crecimiento, repercuten en la eficiencia adaptativa de una especie (Begon et al. 1986). De esta forma, sin alometría la eficiencia fisiológica de las especies cambiaría con el tamaño.

En esta investigación utilizamos la alometría como una expresión de la plasticidad fenotípica que existe dentro de individuos de una misma especie debido a variaciones en las condiciones ambientales generadas por un gradiente altitudinal. El objetivo de este proyecto fue determinar cambios en las relaciones alométricas a nivel de morfología en individuos de esta especie a través de un gradiente altitudinal.

Métodos

Esta investigación la realizamos en enero 2003 en la Estación Biológica Cuerici y el Parque Nacional Cerro de la Muerte en Talamanca, Costa Rica. Seleccionamos individuos de *Vaccinium consanguineum*, en tres sitios a diferentes alturas: 3140 msnm en Páramo, 2800 msnm en Villa Mills y 2600 msnm en la Estación Biológica Cuerici. En la Cordillera de Talamanca, esta especie se encuentra distribuida desde el bosque de neblina - 2600 msnm - hasta el Páramo - 3140 msnm- (Kappelle, 1996). En el Páramo y Villa Mills se escogieron 40 individuos al azar (20 en cada localidad), a los

cuales se les midió el diámetro de la base para estimar el área basal, así como el diámetro de la copa y la altura. Se tomaron aleatoriamente de cada individuo cinco hojas para medir su largo y ancho para estimar el área foliar. En la Estación Biológica Cuerici escogimos 23 individuos en el borde del bosque y 23 individuos al interior del bosque para evaluar si había diferencias por efecto de borde. Realizamos las mismas mediciones en cada uno de los individuos, como en los sitios anteriores. Para el análisis de los cambios en las relaciones alométricas hicimos regresiones lineales del diámetro de la copa con la altura y del área basal con la altura en cada uno de los sitios. Para evaluar la variación del área foliar promedio de las hojas de los individuos a través del gradiente, se comparó la media de ésta variable en cada localidad por medio de un análisis de varianza (ANOVA).

Las curvas de regresión fueron estimadas con el paquete estadístico STATISTICA (StatSoft 1998 versión 5.1). Las pendientes de las curvas de regresión se compararon empleando STATISTIX (Analytical Soft 1996 versión 1.0).

Resultados

Obtuvimos una gran variación en la altura de los individuos en los cuatro sitios. Sin embargo, hubo una tendencia a encontrarse individuos más bajos en el páramo y más altos en la Estación ($F_{3,82} = 2.95$, $p = 0,037$; Cuadro 1). Los promedios del área basal y del diámetro de la copa fueron mayores en los individuos en campo abierto en la Estación, a una menor elevación. El tamaño de las hojas fue mayor en la Estación tanto en el bosque como en el campo abierto en comparación a los otros dos sitios (ANOVA $F_{3, 83} = 347.38$, $p < 0.001$; Fig. 1).

Cuadro 1. Características morfométricas de *Vaccinium consaguineum*l.

	Altura (cm)		Area basal (cm)		D. de copa (cm)	
	Promedio	rango	Promedio	Rango	Promedio	rango
Páramo	76.82	6-280	4.06	0.02-38	52.57	1.7-218.5
Villa Mills	101.75	17-259	4.5	0.14-16	62.63	8.5-125.5
Estación abierto	173.13	25-680	37.86	0.07-509	104.56	20-390
Estación bosque	166.13	20-680	14.33	0.13-97	92.47	15-254

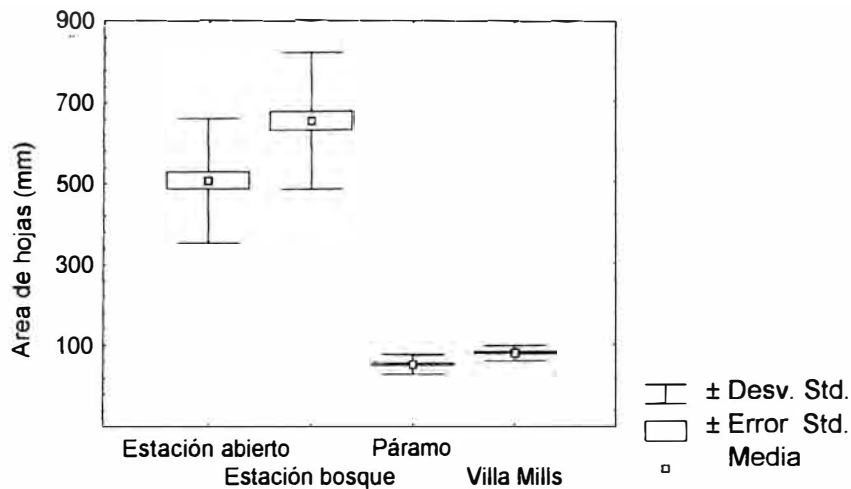


Fig 1. Variación del área foliar en *Vaccinium consanguineum* en los cuatro sitios de muestreo.

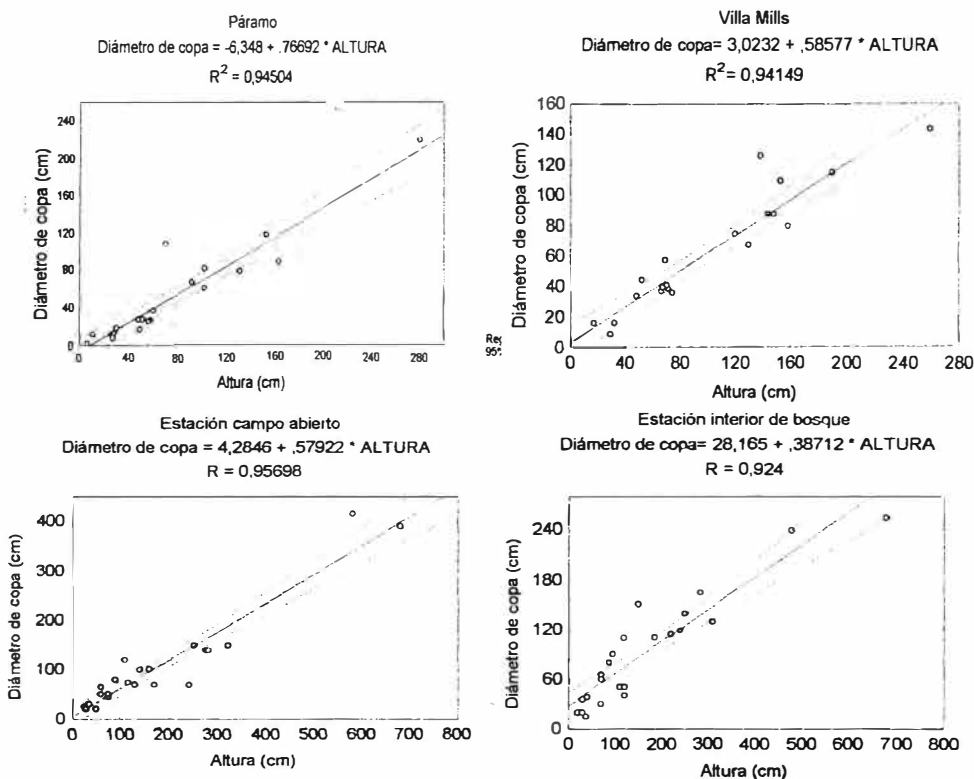


Fig 2. Regresiones lineales del diámetro de copa y altura para *Vaccinium consanguineum* en los cuatro sitios de muestreo.

Curvas de regresión para el diámetro de copa y la altura

Las curvas de regresión entre diámetro de copa y altura fueron diferentes para las cuatro localidades (Fig. 2, Cuadro 2). Los individuos del páramo fueron los que presentaron mayor pendiente de las cuatro localidades ($m = 0,77$), lo que significa que

la proporción entre diámetro de copa y altura es relativamente constante en todos los individuos que se muestrearon. Se presenta una distribución mas constante en crecimiento de copa vs. crecimiento en altura. A medida que se desciende en el gradiente altitudinal, las pendientes de las curvas cambian y se hacen menos inclinadas, acentuando las desproporciones entre estas dos variables; de esta forma, en zonas más bajas, los árboles tienden a aumentar más en altura que en diámetro de copa, y a cambiar esta proporción mas rápidamente a medida que crecen en altura.

Estas diferencias en las relaciones alométricas son mayores entre los sitios extremos, es decir, entre el Páramo y la Estación, tanto en borde como en el interior del bosque.

Cuadro 2. Valor de P de la comparación de las pendientes de las regresiones entre diámetro de copa y altura. Diferencias significativas se muestran en negrilla.

	Páramo (g.l. = 36)	Villa Mills (g.l. = 36)	Estación abierto (g.l. = 39)	Estación bosque (g.l. 39)
Páramo	-	0.0301	0.0556	0.0001
Villa Mills			0.94	0.02
Estación abierto			-	0.0008
Estación bosque				-

Discusión

Observamos una gran plasticidad en las características morfológicas de los individuos de *Vaccinium consanguineum* a través del gradiente altitudinal. El menor tamaño de las hojas en las dos zonas más altas podría ser una adaptación a la alta radiación solar en esas alturas, ya que se presenta una disminución en el tamaño de la células por reducción de la cantidad de agua, que ocasiona una reducción en el tamaño de las hojas (Körner 1999).

Los cambios en las pendientes de la relación entre altura y diámetro de copa sugieren que en las zonas más altas los individuos están invirtiendo más en aumentar la copa que en crecer más altos y que las proporciones alométricas son mas constantes que en zonas bajas, es decir, a distribuir mas homogéneamente el crecimiento en altura y masa fotosintética . Esto se podría deber a un mayor estrés hídrico y/o el efecto del viento. La mayor inversión en ancho de la copa en las zonas más altas, pero con menor tamaño de hojas, podría ser una adaptación de las plantas para mantener una cantidad total de tejido fotosintético relativamente constante con los demás compartimentos de la planta y, al mismo tiempo, adaptarse a diferentes factores ambientales mas extremos como viento y alta radiación solar directa (Körner 1999). El patrón de ser individuos en general mas pequeños y proporcionados sustenta también lo anterior, como adaptación a condiciones mas extremas – viento, alta radiación, etc.-

Estos resultados nos muestran cambios en las características morfométricas de *Vaccinium consanguineum* y las relaciones alométricas de la misma a través del gradiente altitudinal evaluado. Esto sugiere que esta especie tiene plasticidad fenotípica que le permite ajustar la distribución de recursos en la producción de diferentes tipos de tejidos fotosintético o estructural para sobrevivir bajo diferentes condiciones abióticas.

Referencias

Begon, M., J. L Harper y C.R. Townsend. 1986. Ecology: individuals, populations and communities. Sinauer Associates, Inc. Massachussets. EUA.

- Kappelle, K. 1996. Los bosques de Roble (*Quercus*) de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Biodiversidad, Ecología, Conservación y Desarrollo. Editorial Heredia.
- Körner, C. 1999. Alpine Plant Life. Functional plant ecology of high mountain ecosystems. Springer - Verlag. Alemania.

EFFECTOS DE LAS CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS A NIVEL DEL SUELO EN LA SUPERVIVENCIA DE *HYPERICUM* SPP. EN UN AMBIENTE DE PÁRAMO

Gustavo Londoño, Luciano Lopes, Alain Carretero, Rosalía Fariña, Irene Zager & Fermín Rada

Editor: Rodrigo Becerra

Resumen. Los páramos son ambientes que se encuentran sujetos a variaciones drásticas de las condiciones ambientales. Esto ha hecho que plantas y animales hayan evolucionado características específicas que permiten su supervivencia en estos lugares. Por otro lado, las condiciones climáticas no son iguales en todo el páramo, siendo más extremas a nivel del suelo y en lugares abiertos. Esto influye en la mortalidad diferencial de las especies y los individuos lo que afecta su distribución en los diferentes microhábitats. En este estudio se evaluó la influencia de las condiciones a nivel del suelo en el Páramo del Cerro de la Muerte, Costa Rica, en la sobrevivencia de los diferentes estadios de *Hypericum irazuense* e *H. strictum*. Para ello, se estimó la abundancia y altura de los individuos de estas especies en condiciones contrastantes de insolación, temperatura y humedad del aire. Encontramos que la mortalidad de ambas especies es más alta en el páramo abierto con respecto a los bordes de las islas de *Chusquea* sp., las cuales amortiguan los cambios en las condiciones microambientales. Por otro lado, la mayor abundancia de *H. strictum* en la zona parece indicar que esta especie es más tolerante a las condiciones extremas que ocurren en esta altitud

Palabras Clave: condiciones extremas, *Hypericum* spp., microhábitats, páramo.

Introducción

Las cimas de las montañas son lugares caracterizados por presentar condiciones climáticas extremas, lo cual crea condiciones de estrés para las especies que pueden manifestarse como limitaciones en la producción de biomasa o en la presencia o en la propagación de las mismas. Estas características posiblemente han jugado un papel importante en la selección y evolución de los diferentes taxa en estos ambientes de alta montaña (Körner 1999).

• En el neotrópico, los páramos son una de las ecorregiones que se encuentran sujetas a intensas variaciones diarias y estacionales de temperatura, radiación y humedad relativa. Las condiciones varían incluso a nivel de microhábitats, haciéndose más extremas a nivel del suelo y menos variables en los lugares con vegetación densa. Esto juega un papel importante en el establecimiento de los individuos y ha llevado a la evolución de adaptaciones específicas por parte de las plantas y animales para poder tolerar estas condiciones.

La temperatura es reconocida como uno de los principales factores que influyen en la distribución global de las plantas (Cavieres *et al.* 2000). En un páramo venezolano se encontró que el establecimiento de individuos de *Espeletia* sp. era homogéneo, pero la mortalidad en los primeros estadios era alta en lugares abiertos, y que la sobrevivencia de estas plantas estaba asociada a tanto a individuos adultos como también a rocas (Rada *com. pers.*)

En Costa Rica, entre las plantas que presentan adaptaciones para sobrevivir en estos lugares se encuentran las especies del género *Hypericum*. Estas plantas son comunes en las zonas más elevadas del país, aunque su distribución no es homogénea (Williamson 1991). Por lo que planteamos como objetivo de este trabajo medir el impacto que representan las condiciones extremas a nivel del suelo en el páramo, en la sobrevivencia de los diferentes estadios de dos especies del género *Hypericum*.

Métodos

Este estudio lo realizamos el 12 de enero del 2003, en el páramo del Cerro de la Muerte, ubicado en la Cordillera de Talamanca, a 3400 metros de altitud, en Costa Rica. Para el mismo, primeramente definimos dos categorías microambientales: 1) páramo abierto, identificado como un lugar sin vegetación mayor a 40 cm y 2) islas de vegetación caracterizado por las densas agrupaciones de *Chusquea* sp, que pueden llegar hasta 2 metros de altura.

Evaluamos dos de las tres especies del género *Hypericum* presentes en el área: *H. strictum* e *H. irazuense*. Para la primera utilizamos 5 parcelas de 1.5 x 0.5 m ubicadas en áreas de "páramo abierto", y 5 parcelas del mismo tamaño ubicadas en el borde de islas de *Chusquea*. Para la segunda especie utilizamos el mismo número de parcelas, pero de de 3 x 1 m.

Todas las parcelas estaban localizadas en zonas de poca pendiente y con orientación N-S para evitar posibles diferencias debidas a la incidencia de la luz solar. Dentro de cada parcela contamos el número de individuos presentes de las dos especies de *Hypericum*, así como la altura de cada uno. Adicionalmente, medimos la temperatura a nivel del suelo y por encima de 40 cm, y la humedad relativa en una zona de páramo abierto y en una isla de *Chusquea* sp. a diferentes horas de la mañana, para registrar, de modo puntual, las posibles variaciones de estas variables ambientales.

Resultados

Condiciones microclimáticas

En general, la temperatura fue mayor en magnitud y variación en el páramo abierto respecto al borde de las islas de vegetación. En el páramo abierto, la temperatura a nivel del suelo fue mayor que a una altura de 40 cm, ocurriendo lo contrario en el borde de las islas de *Chusquea* sp. (Fig.1). En contraste, la humedad relativa fue mayor en el borde de las islas respecto al páramo abierto (Fig. 2).

La distribución de frecuencias de *Hypericum strictum* muestra una disminución en el número individuos a medida que aumenta el tamaño de los mismos (Fig. 3). Al separar a los individuos de acuerdo al microhábitat en que viven encontramos que en el páramo abierto la abundancia y mortalidad de individuos en los primeros estadios son mayores que en los bordes de las islas de *Chusquea* sp. (Fig. 4).

La distribución de individuos de *Hypericum irazuense* muestra una disminución aun más acentuada a medida que aumenta el tamaño de los mismos (Fig. 5). Si separamos entre individuos cercanos al páramo abierto y los que viven asociados a las islas de *Chusquea* sp., el contraste entre los microhabitats es más marcado que en la especie anterior. En este caso, aunque el establecimiento de las plántulas en el páramo abierto es muy grande, pocos individuos sobreviven hasta la madurez. Las únicas

plantas adultas de esta especie que se encontraron, estaban asociadas a las islas de vegetación (Fig. 6).

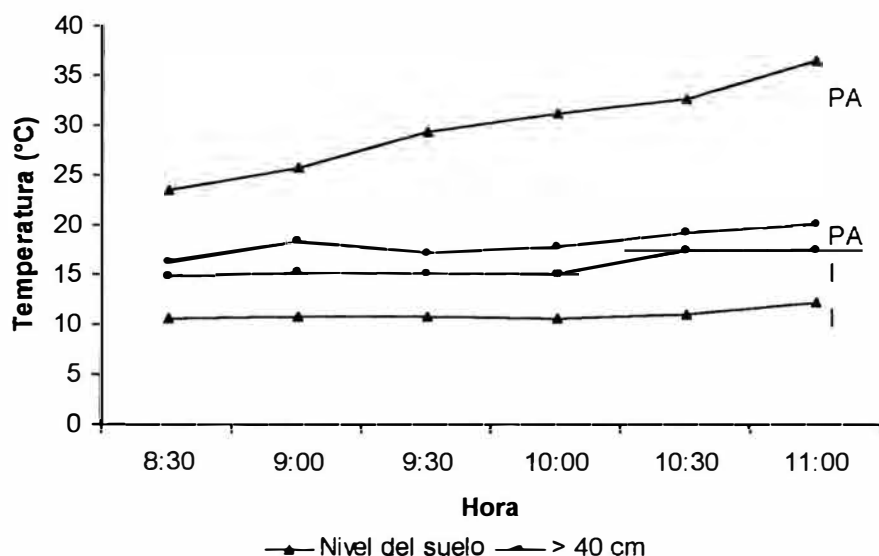


Fig.1. Variación de la temperatura a dos alturas a lo largo de una mañana en el páramo abierto (PA) y en el borde de islas de *Chusquea* sp. (I)

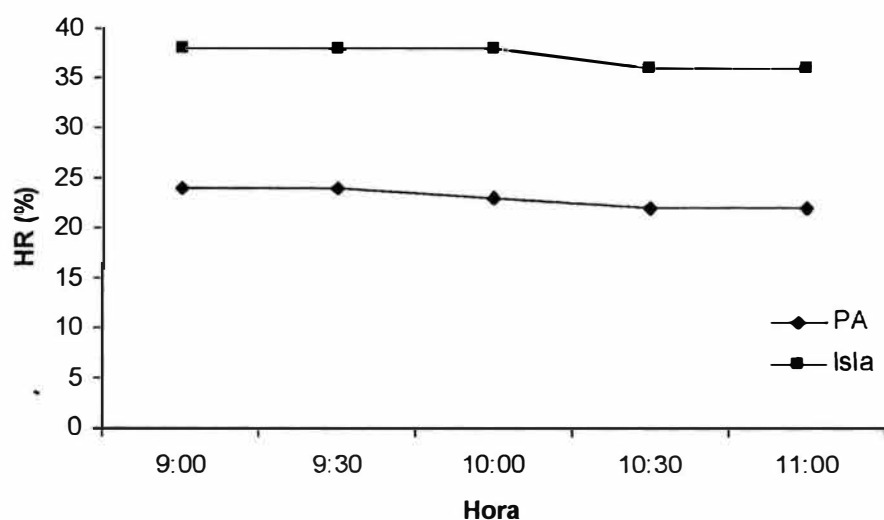


Fig. 2. Variación de la humedad relativa a lo largo de una mañana en el páramo abierto (PA) y en el borde de islas de *Chusquea* sp. (I)

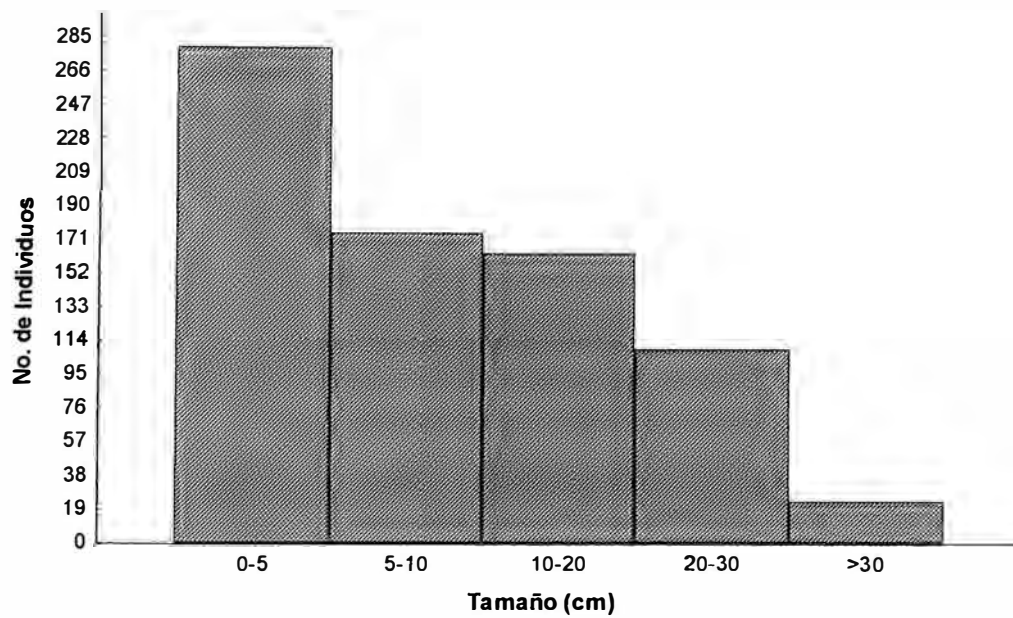


Fig. 3. Número de individuos de *Hypericum strictum* por categoría de tamaño

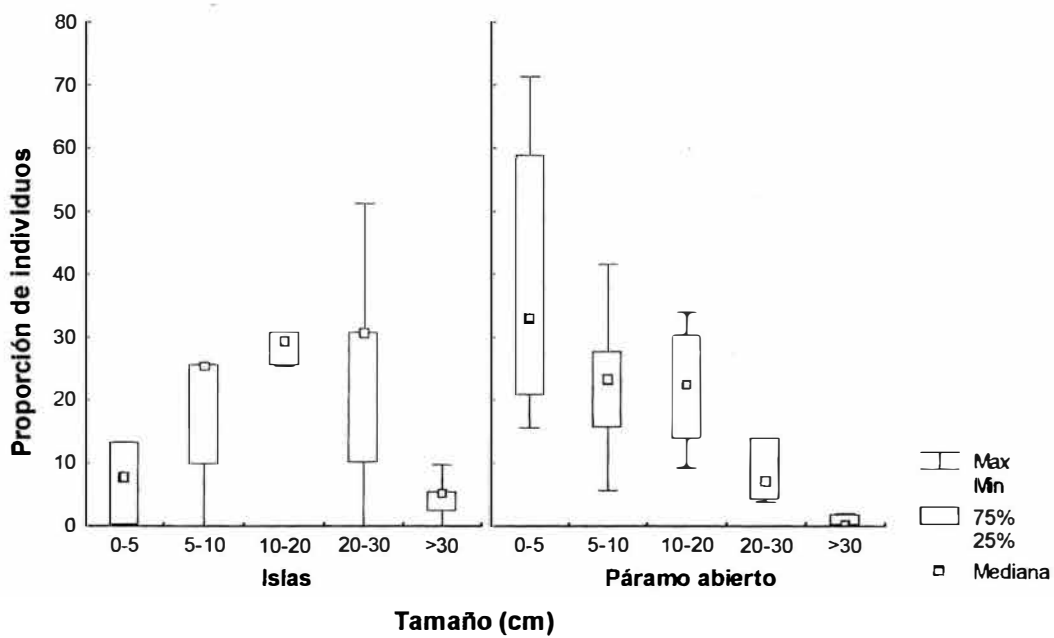


Fig. 4. Proporción de individuos de *Hypericum strictum* en el borde de islas de *Chusquea* sp. y en el páramo abierto.

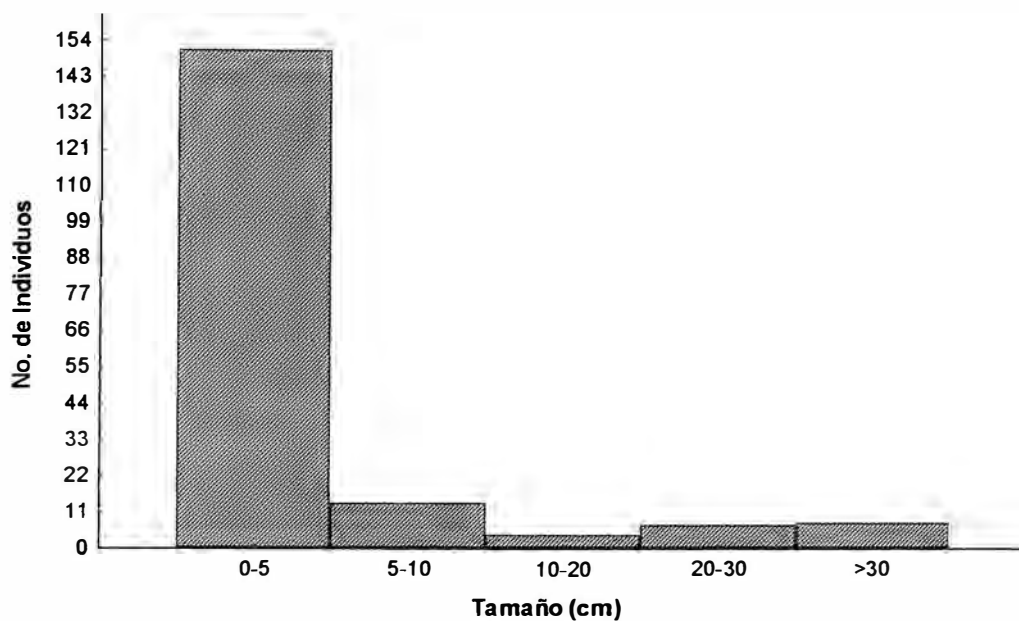


Fig. 5. Número de individuos de *Hypericum irazuense* por categoría de tamaño

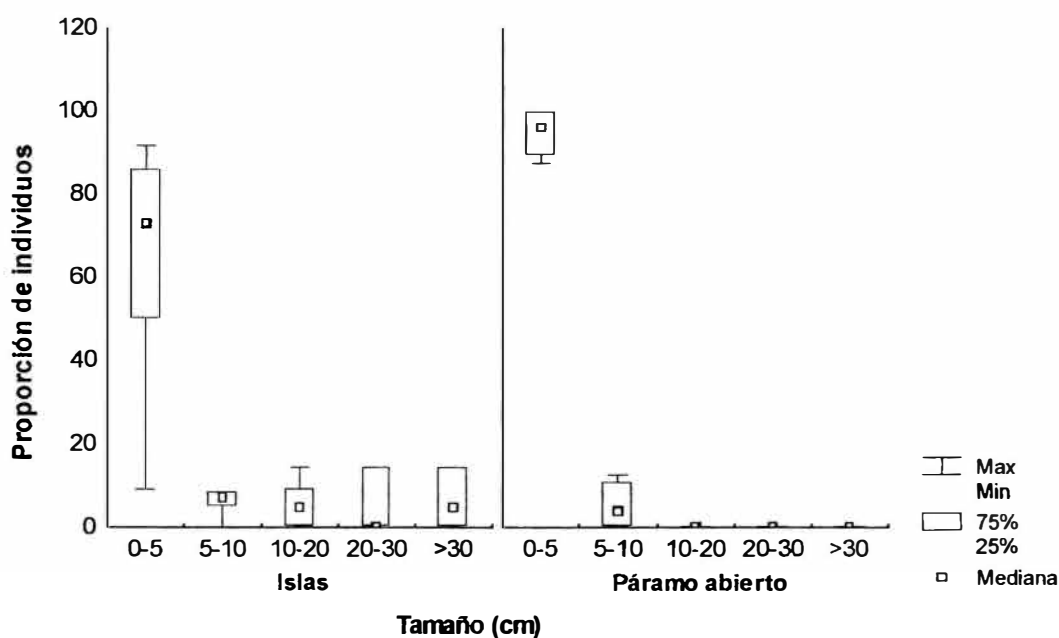


Fig. 6. Proporción de individuos de *Hypericum irazuense* en el borde de islas de *Chusquea* sp. y en el páramo abierto.

Discusión

Los resultados confirman que las variaciones de las condiciones climáticas, particularmente de la temperatura, son muy marcadas a nivel del suelo. Esto se debe a que durante el día el suelo absorbe la energía lumínica del sol acumulándola en forma

de calor, lo cual resulta en un incremento de la temperatura. El fenómeno contrario ocurre durante la noche, cuando este calor es liberado, ocurriendo un descenso marcado de la temperatura con respecto al aire. A pesar de esto, la presencia de ciertos elementos a nivel del paisaje, como rocas o plantas de gran tamaño, puede amortiguar los cambios de temperatura y humedad relativa (Körner 1999). Esto fue observado en el Cerro de la Muerte, donde las islas de vegetación de *Chusquea* amortiguan las variaciones microclimáticas extremas, características del páramo.

Las condiciones extremas descritas constituyen un filtro para la sobrevivencia de las plantas, particularmente en sus primeros estadíos. La magnitud del mismo dependerá, entre otros factores, de la forma de vida (altura con respecto al suelo) y de la etapa de desarrollo de las plantas (Körner 1999).

Estos efectos fueron evidenciados al estudiar los patrones de abundancia y distribución de los individuos de ambas especies de *Hypericum*. En el caso de *H. irazuense* la mortalidad es alta en ambos ambientes y un poco mayor en el páramo abierto respecto a las islas de vegetación. Esto permite suponer que la regulación de los cambios de temperatura por parte de las islas de vegetación juegan un papel fundamental para la sobrevivencia de los individuos de esta especie. De forma similar, la mortalidad de individuos en los primeros estadíos de *H. strictum* fue mucho mayor en el páramo abierto respecto a las islas de vegetación, reafirmando el gran impacto que tienen éstas agrupaciones de plantas en la supervivencia de las plántulas. Este aprovechamiento de microhábitats adecuados ha sido reportado como uno de los mecanismos empleados por las plantas para sobrevivir en el páramo (Körner 1999). Asumida una dispersión homogénea de semillas, la germinación parece ocurrir en mayor proporción en el páramo abierto que en el borde de las islas de vegetación. Entretanto, la mayor sobrevivencia de plántulas cerca de las islas puede explicar el patrón de distribución encontrado.

Por otra parte, hay que destacar que el número de individuos adultos de *Hypericum strictum* fue similar entre los dos microhábitats y que, en general, su abundancia fue mucho mayor en el páramo en comparación con la otra especie. Esto sugiere que *H. strictum* es más tolerante a las condiciones extremas presentes a 3400 m en el Cerro de la Muerte. De hecho, la disposición espacial y la baja abundancia de *Hypericum irazuense* sugiere que esta especie se encuentra en su límite de distribución altitudinal (*Rada com. pers.*).

Referencias

- Cavieres L. A., Rada F., Azócar A., García-Núñez C. & Cabrera, H. M. 2000. Gas exchange and low temperature resistance in two tropical high mountain tree species from the Venezuelan Andes. *Acta Oecologica*. 21:203-21
- Körner, C. 1999. *Alpine Plant Life. Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems*. Springer-Verlag, Alemania.
- Williamson, G. B. 1991. *Hypericum* (Culantro Cimarrón, Hierba de San Juan). Pp. 259-262. En, Janzen, D.H. (ed.). *Historia Natural de Costa Rica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

RESPUESTA DE *LAMOIROUXIA LANCEOLATA* (SCROPHULARIACEAE) A LA EXTRACCIÓN DE NÉCTAR

Jimena Forero-Montaña, Elizabeth Osorio, Juan Carlos Villarreal, Delicia Pino y María Clara Castellanos.

Editor: Ruth Percino-Daniel

Resumen. La producción de néctar en las plantas esta regulada por la variación en la tasa de visitas de los polinizadores, por las fluctuaciones climáticas y por el robo de néctar por parte de algunas aves y abejas, por lo que deben regular la producción de néctar, para proveer una recompensa atractiva. Realizamos un experimento para conocer la respuesta de *Lamouroxia lanceolata* (Scrophulariaceae) a la extracción de néctar. La remoción del néctar estimuló su remplazo con características similares al néctar producido por las flores control. Nuestros resultados sugieren que las flores de *L. lanceolata* regulan la producción néctar reponiéndolo cuando ha sido removido y reabsorbiéndolo cuando las flores no son visitadas. Por otro lado, el robo del néctar de esta planta por *Diglossa plumbea* es frecuente, lo que implica que las flores deban reponer el néctar varias veces.

Palabras Clave: *Lamouroxia lanceolata*, producción de néctar.

Introducción

El néctar está compuesto principalmente por azúcares y en menor proporción por aminoácidos y rastros de otras sustancias. Es considerado como recompensa y atrayente para polinizadores (Pellmyr 2002), su producción es costosa para la planta y el costo varía dependiendo del volumen y la concentración (Murcia 2002).

La producción de néctar varía con la especie, la edad de la flor, el tamaño del nectario y como resultado de otros factores externos tales como con la hora del día, evaporación, exposición al sol, lluvia, humedad del suelo, condensación dentro de la corola o robo de néctar (Rathcke 1992, Naoki 1998, Zimmerman 1998).

Se ha sugerido que la concentración del néctar se correlaciona con el tipo de polinizador y que las flores adaptadas a ser polinizadas por colibríes poseen mayor volumen de néctar y menor concentración de azúcar en comparación con las polinizadas por abejas (Zimmerman 1988).

El robo de néctar podría afectar negativamente la fecundación de las plantas, porque puede reducir el número de visitas de los polinizadores debido a interacciones agresivas entre ellos (Stiles & Skutch 1995) y a que el nectario se puede deteriorar y en consecuencia reducir la cantidad de néctar. La mayoría de los robadores de néctar obtienen acceso directo a la cámara del néctar perforando la base de la corola. Entre las aves, algunos miembros de la familia Emberizidae por ejemplo *Diglossa* spp. presentan adaptaciones morfológicas en el pico y la lengua que les facilitan esta tarea (Murcia 2002).

En algunas especies de la familia Scrophulariaceae se han realizado trabajos manipulativos que demuestran que las flores tienen la capacidad de regular la producción de néctar, reponiendo el néctar removido en un lapso de horas y reabsorbiendo el néctar de las flores que no son visitadas (Castellanos et al. 2002). En este trabajo estudiamos la respuesta de *L. lanceolata* a la extracción de néctar, con el fin de comprender cómo la producción de néctar es regulada por la planta y cómo ésta responde al efecto de los robadores de néctar.

Metodología

Este estudio lo realizamos en la Estación Biológica Cuericí, ubicada en la cordillera de Talamanca, a 2 900 m. de altitud, en Costa Rica. Esta zona corresponde a bosques montañosos altos dominados por los robles *Quercus copeyensis* y *Q. costaricensis*. Se caracteriza por presentar áreas abiertas en distinto estado de recuperación, donde la vegetación predominante son hierbas.

Trabajamos con ocho individuos de *Lamorouxia lanceolata* (Scrophulariaceae), una especie típica de áreas abiertas. Con el objetivo de evitar las visitas de polinizadores y robadores de néctar, la tarde anterior al muestreo cubrimos una inflorescencia en cada planta.

De cada inflorescencia tomamos un par de flores, una como experimental y la otra como control. En las flores experimentales removimos néctar cada hora y media, desde las 9:00 hasta las 16:00 horas, introduciendo capilares de 25 y 5 microlitros durante dos minutos. Para conocer el volumen medimos la longitud de la columna de néctar con una regla y para la concentración utilizamos un refractómetro. En las flores control únicamente medimos el volumen y la concentración inicial y final dentro del periodo muestreado.

Para determinar las diferencias en la producción de néctar entre las flores experimental y control utilizamos la prueba de Mann-Whitney. Para esto calculamos la proporción entre los volúmenes del néctar total de las flores experimental y control. Para estimar la incidencia de robos en *L. lanceolata* examinamos 55 flores y 21 botones y contamos la presencia de huecos en la corola.

Resultados

La mayoría de las flores experimentales reemplazaron el néctar removido, en dos casos el volumen total fue mayor respecto al control (cuadro 1). Las que no lo hicieron (2), tenían el nectario deteriorado, posiblemente por insectos. El volumen total y la concentración promedio del néctar de las flores experimentales fueron similares al control (Fig. 1 y 2) (Volumen: $U = 13$, $p = 0.42$, $n = 6$, concentración: $U = 8$, $p = 0.9$, $n = 4$). En 31 flores revisadas (62%) encontramos orificios realizados por *Diglossa plumbea* en la corola, por el contrario los botones no presentaron orificios.

Discusión

La extracción de néctar en las flores de *L. lanceolata* estimula su remplazo, sin embargo la respuesta de todas las flores no fue similar. Para comprender más claramente como las flores responden a la extracción de néctar es necesario controlar algunos factores que se han encontrado asociados a la producción de néctar y que no controlamos en nuestro experimento como son edad, tamaño de la flor (Murcia, 2002), además de estudiar la respuesta a nivel de la planta y no únicamente de la flor.

Para asegurar la fecundación de sus óvulos *L. lanceolata* trata de mantener una oferta de néctar atractiva para los polinizadores. Sin embargo, debido al alto costo energético asociado a la producción de néctar (Zimmerman 1998), esperaríamos que después de sucesivas extracciones llegue un momento en que la planta cambie las características del néctar producido disminuyendo el volumen y la concentración.

Para disminuir los costos de producción, los nectarios deben tener la capacidad de regular la producción de néctar, reponiendo el néctar cuando ha sido extraído o reajustando la concentración de azúcar cuando el agua se evapora. Las fluctuaciones

en la abundancia de los polinizadores y en el clima no permiten que una estrategia de producción de néctar que no sea plástica pueda ser adaptativa. Sin regulación las flores que no han sido visitadas podrían llenarse hasta desbordarse y las que han sido visitadas por robadores de néctar y polinizadores poco eficientes serían incapaces de reponer el néctar y por consiguiente de producir semillas (Castellanos et al. 2002).

Por otra parte, el robo de néctar por parte de *Diglossa plumbea* parece ser frecuente, lo que implica que las flores tengan que reponer el néctar varias veces durante el día, para ofrecer una recompensa atractiva para los polinizadores.

Referencias

- Castellanos M.C., P. Wilson & J.D. Thomson. 2002. Dynamic nectar replenishment in flowers of *Penstemon* (Scrophulariaceae). *American Journal of Botany* 89: 111-118.
- Pellmyr O. 2002. Pollination by animals. 157-184. En C. M. Herrera & O. Pellmyr (eds), *Plan Animal Interactions: An evolutionary approach..* Blackwell Science, Inc. Oxford UK.
- Murcia C. 2002. Ecología de la polinización. 493 – 530. En M. R. Guariguata & G. H. Kattan (eds), *Ecología y conservación de bosques tropicales..* Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Naoki K. 1998. Seasonal change flower use by the slaty flowerpicer (*Diglossa plumbea*). *The Wilson Bulletin* 110, 393 – 97.
- Rathcke B. J. 1992. Nectar distributions, pollinator behavior, and plant reproductive succes. En M. D. Hunter, T. Ohgushi & P.W. Price (eds), *Effects of Resource Distribution on Animal-Plant Interactions.* 114-132. Academic Press, Inc.
- Stiles G. & A. F. Skutch. 1995. *Guía de Aves de Costa Rica.* Cornell University press, Ithaca, Nueva York.
- Zimmerman M. 1998. Nectar production, flowering phenology, and strategies for pollination. En J.L. Doust & L.L Doust (eds.), *Plant Reproductive Ecology*, 157-178. Oxford university Press, Oxford, UK.

Cuadro 1. Proporción entre volumen de la flor experimental y la flor control

Par	Vol.(µl)Flor exp.	Vol.(µl)Flor Cont	Exp / Control
1	0.31	3.28	0.09
2	11.04	4.61	2.4
3	1.08	1.4	0.78
4	0.46	8.75	0.05
5	6.4	3.12	2.05
6	7.19	11.25	0.63

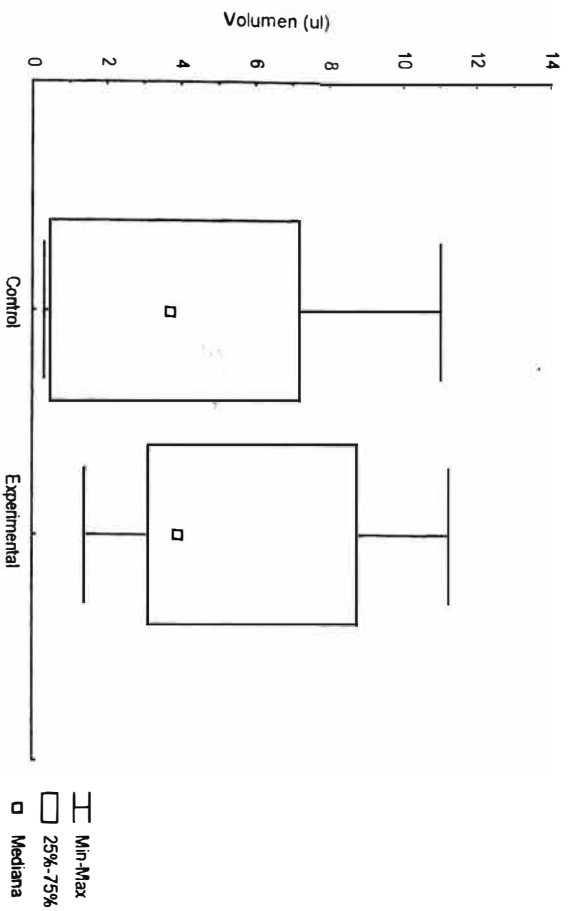


Fig. 1. Volumen de néctar promedio por flor.

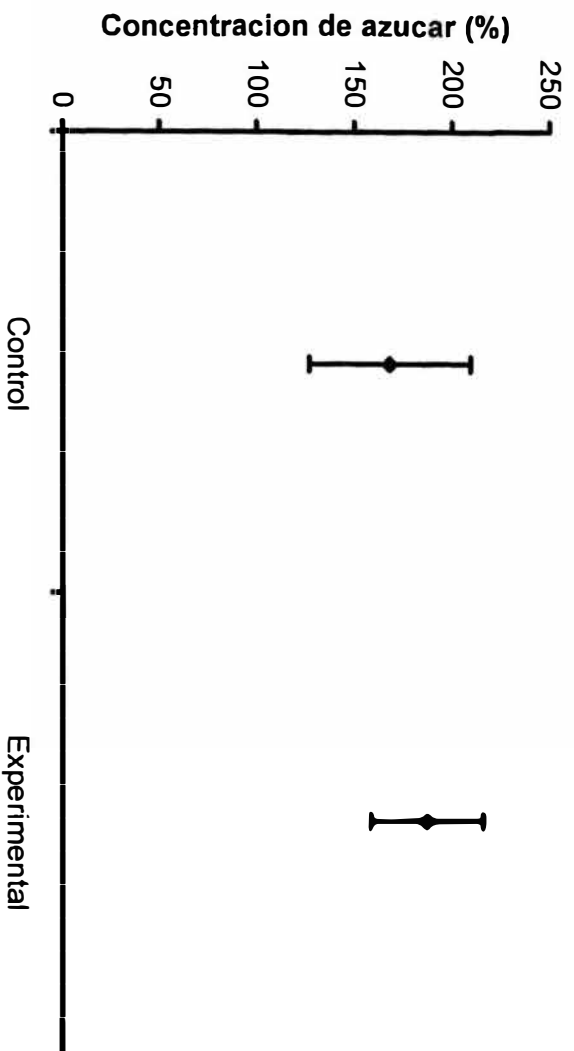


Fig. 2. Concentración de néctar promedio por flor

EFECTO DE ÁCAROS EN EL PLUMAJE DE *DIGLOSSA PLUMBEA* Y OTRAS AVES EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA CUERICÍ

Evelyn Astudillo, Xyomara Carretero, Carlos C. Martínez, Mónica R. Olazabal & Edgardo Arevalo

Editora: Mónica Olazabal

Resumen. Los ácaros y otros ectoparásitos afectan la condición física de muchos organismos. Realizamos un estudio sobre la carga de ácaros en el plumaje de aves capturadas en áreas de regeneración y el efecto de estos en la fortaleza de las plumas. Correlacionamos la carga de ácaros en el ala de las aves y el efecto negativo en la resistencia a quebrarse de las plumas de vuelo. No encontramos ningún efecto negativo de la carga de parásitos en la resistencia de las plumas a quebrarse con mayor facilidad.

Palabras Clave: Astigmatidae, carga de ácaros, *Disglossa plumbea*, quebrantómetro

Introducción

Los ácaros son residentes comunes de varios organismos, alimentándose de epidermis y materia orgánica. En las aves, el plumaje es susceptible a infecciones por ácaros de la familia Astigmatidae (ácaros de pluma), que se alimentan mayormente del aceite del plumaje y se alojan a lo largo del ráquis y entre las barbulas de las plumas.

Este hábito de los ácaros supone un efecto negativo para las aves, ya que el despojar a la pluma de sus aceites la puede debilitar y volverla más quebradiza, afectando la capacidad de vuelo. Igualmente al tener un objeto extraño entre las barbas de las plumas las despeina, haciéndolas menos eficientes y por consiguiente, puede afectar la regulación térmica e incluso afectar la capacidad de vuelo y reproductora del ave. Se ha encontrado en trabajos pasados que en el gorrión casero, *Carpodacus mexicanus*, los individuos infestados por ácaros astigmátidos tenían plumajes más opacos, alas relativamente más cortas y menor masa muscular, lo que indica que la carga de estos parásitos tienen efectos negativos tanto de forma directa, como indirecta en la condición física del ave. Nuestro objetivo fue estudiar el efecto de la carga de parásitos sobre la calidad de las plumas en el pinchaflor plumizo (*Diglossa plumbea*) y otras aves de tierras altas evaluando dicha carga de ácaros en plumas primarias y determinar si los ácaros tienen un efecto adverso para estas aves.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en enero de 2003 en el sendero de Las Flores, Estación Biológica Cuericí. Colocamos diez mallas de niebla (5 de 12 x 2.5 m y 5 de 6 x 2.5 m) a lo largo del sendero desde las 6:00 am hasta las 11:00 am. Determinamos la cantidad de parásitos externos presentes en ambas alas de las aves capturadas. La carga de parásitos se realizó asignando por categoría la cantidad de parásitos cercanos al ráquis de cada pluma; ácaros en una fila = 1, ácaros ocupando dos filas = 2 y ácaros ocupando toda la pluma = 3. Luego sumamos la carga de ácaros en cada pluma para tener una carga total de cada ala. Se observó el daño en las barbas, particularmente en el borde y se categorizó como 0 = cuando no existe daño; 1 = un desgaste leve de 1 mm; 2 = un desgaste leve de 2 mm; 3 = un desgaste mayor, de 3 mm o más. Tomamos la octava pluma de las remeras primarias de ambas alas de cada individuo para realizar

pruebas de quebrantabilidad. Realizamos una prueba de resistencia para las plumas utilizando un quebrantómetro (Anexo 1).

Para esta prueba medimos el ancho y largo del ráquis de las plumas recolectadas. El punto que define al primer tercio de la longitud del ala fue sometido a presión gravitacional (añadiendo agua) hasta que se quebró el ráquis. Esto se logró atando una cuerda fina (nilón) en ese punto con un pequeño recipiente al final, agregándole agua al recipiente hasta que se produjera la quebradura del ráquis. Se toma este dato de la masa de agua y se divide por el ancho del ráquis obteniendo el Índice de Quebrantabilidad (IQ = peso/ancho del ráquis).

Resultados

Capturamos 10 aves de 6 especies diferentes: cuatro de *Diglossa plumbea*, dos de *Catharus frantzii*; y una de *Chlorospingus pileatus*, *Basileuterus melanogenys*, *Pezopetes capitalis*, y *Empidonax atriceps*.

La carga de ácaros no determina el daño encontrado de las plumas (Fig. 1 $r_s = -0.8$; $p = 0.2$; $n = 8$) ni la resistencia de la pluma de *D. plumbea* (Fig. 2 $r_s = -0.633$; $p = 0.37$; $n = 8$), al igual de lo que sucede con la resistencia de las plumas de todas la aves colectadas (Fig. 3 $r_s = -0.49$; $p = 0.15$, $n = 10$). Los ácaros tampoco influyen con el estado de las plumas remeras (Fig. 4, $r_s = -0.446$; $p = 0.2$, $n = 10$).

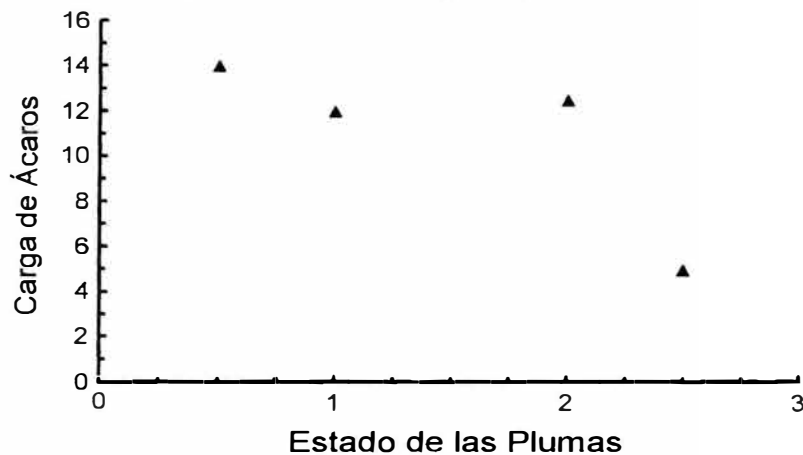


Fig. 1. Relación entre la carga de ácaros de las plumas y el estado natural de las plumas de *D. plumbea*, $n = 4$.

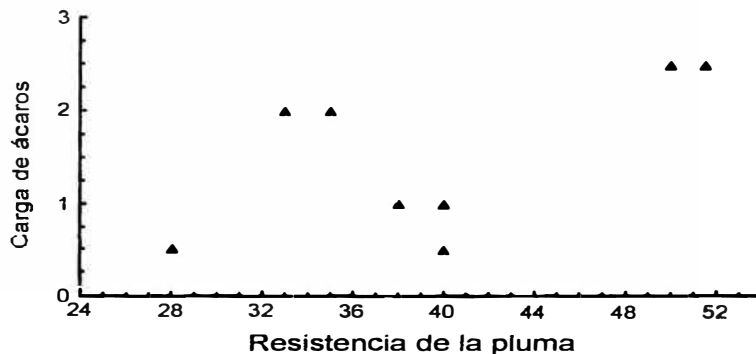


FIG. 2. Relación entre la carga de ácaros de las plumas de *D. plumbea* y la resistencia de estas a quebrarse, $n = 8$.

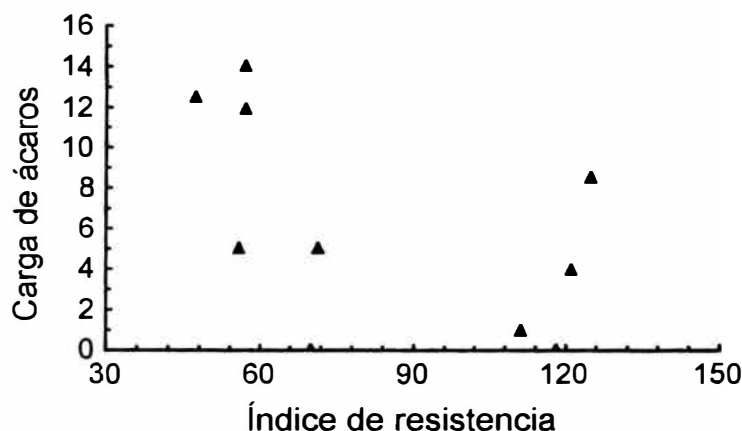


Fig. 3. Relación entre la carga de ácaros de las plumas y la resistencia de estas a quebrarse, utilizando las plumas de todas las aves capturadas, n = 8.

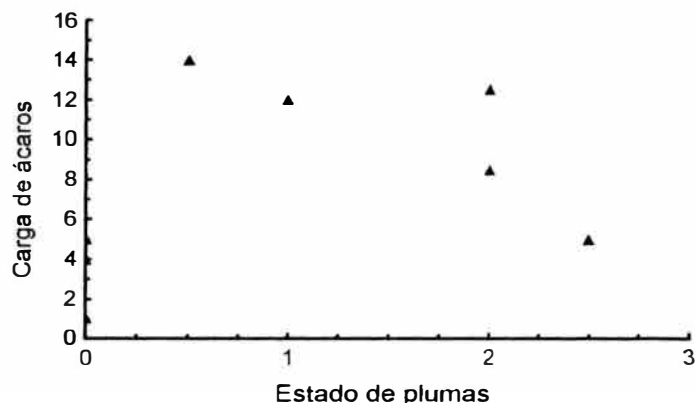


Fig. 4. Relación entre la carga de ácaros de plumas y el daño natural encontrado en ellas, utilizando las plumas de todas las aves capturadas, n = 5.

Discusión

La quebrantabilidad de las plumas parece ser independiente de la carga de ácaros presente, tanto para *D. plumbea* como para todas las especies capturadas. El índice de quebrantabilidad demostró que no existía esta relación, sin embargo pensamos que podría deberse al número bajo de muestras obtenidas de cada especie de ave. Como el índice depende del ancho de la pluma, este debe utilizarse para comparar plumas similares de la misma especie y con mayor número de muestras si posible. Similarmente, para observar el daño causado por los ácaros puede ser conveniente utilizar una escala de mayor resolución en la pluma, no usar el ráquis, si no las bárbas o bárbulas, que es donde se concentraría el efecto directo de los ácaros. Para que el efecto se refleje en el ráquis, el daño causado a la pluma tiene que ser muy extremo.

Propusimos que entre mayor carga de ácaros, más débil se volvería la pluma, y aunque esta no se demostró, no negamos la idea de que la carga de ácaros tenga efectos adversos para el ave. La carga de ácaros puede afectar la capacidad de regulación térmica y el aislamiento del agua sobre el plumaje del ave, podría ser un indicador del estado de salud en general del ave. Muchos organismos dependen de despliegues visuales y energéticamente costosos para manifestar a la pareja su

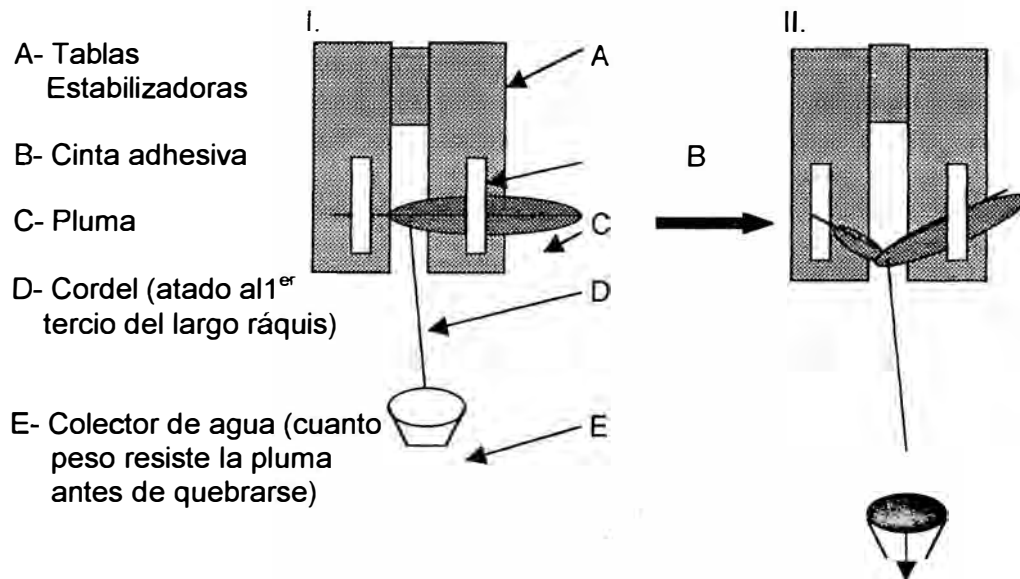
disponibilidad sexual y su calidad como pareja. Si un ave depende de la apariencia y estado de su plumaje para demostrar su disponibilidad sexual, los ácaros entonces pasarían a afectar la condición de los caracteres sexuales secundarios, lo que apoya la teoría de Hamilton & Zuk, (1982) sobre la calidad del plumaje de las aves como una señal honesta de la condición del ave.

Referencias:

Hamilton, W.D. & Zuk, M. 1982. Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? Science 218, 384-387.

Stiles, G. F. & A. F. Skutch. 1995. Guía de Aves de Costa Rica. INBIO.

Apéndice I. Quebrantómetro- Diseño del equipo utilizado para medir la quebrantabilidad de las plumas.



¿LAS HEMBRAS SIEMPRE ELIGEN LO MÁS GRANDE? SELECCIÓN SEXUAL EN COLEÓPTEROS DE LA FAM. MALACHIIDAE

Josué Ramirez, Rodrigo Becerra, Luciana Elizalde, Luis R. González, Ju-Lin Wen y Rogelio Macías Ordoñez.

Editor: Luciano Elsinor Lopes

Resumen. Cuando la selección natural se manifiesta únicamente en diferencias en las tasas reproductivas individuales, y no en la supervivencia, se habla de selección sexual. Esto puede ocurrir como resultado de un conflicto sexual en el apareamiento, y se debe a intereses diferentes en machos y hembras. El objetivo general de este trabajo fue evaluar la existencia de selección sexual en un escarabajo de la familia Malachiidae. Dentro de los parches de forrajeo y cópula los machos y las hembras se encontraban al azar mas dentro de la población se encontraban agrupados en estos parches. Los datos indican que en esta especie son los machos los que seleccionan a las hembras de mayor tamaño. Sin embargo, las conductas precopulatorias observadas podrían funcionar como objeto de selección por ambos sexos.

Palabras Clave: selección sexual, selección por tamaño, conducta precopulatoria, Malachiidae

Introducción

Cuando la selección natural se manifiesta únicamente en diferencias en las tasas reproductivas individuales, y no en la supervivencia, se habla de selección sexual (Futuyma 1998). La selección sexual, puede ocurrir como resultado de un conflicto sexual en el apareamiento, y se debe a intereses diferentes en machos y hembras y a intereses diferentes en la reproducción, en donde ciertos caracteres son preferidos por un sexo pero pueden ser costosos para el otro (Shuker y Day 2001). Por esto, la selección sexual también puede resultar en adaptaciones para obtener pareja en vez de adaptaciones para la supervivencia. Este proceso, tal como lo definió Darwin, presenta dos formas: la selección intrasexual, que típicamente consiste en contiendas entre machos por el acceso a las hembras; y la intersexual, en la que las hembras prefieren ciertos fenotipos de machos y no otros. Sin embargo, el mismo Darwin reconoció casos anómalos donde los roles de cada sexo están invertidos, incluyendo elección por parte de los machos y competencia entre hembras (Gwynne, 1990). En algunos casos la selección sexual ocurre ligada al apareamiento asortativo que consiste en un apareamiento no aleatorio (Knodrashov y Shpak 1999).

Los coleópteros de la subfamilia Malachiinae (Familia Malachiidae) son adecuados para el estudio de selección sexual, por ser abundantes, accesibles, dimórficos, de fácil manipulación y observación. Además, es posible obtener mucha información en poco tiempo. La poca información que existe sobre esta familia se basa principalmente en estudios taxonómicos y no existe información sobre la ecología evolutiva ni selección sexual en esta familia de Coleópteros (R. Macías Ordoñez com. pers.).

El objetivo general de este trabajo es evaluar la existencia de selección sexual por tamaño en un escarabajo de la familia Malachiidae. De existir selección sexual por tamaño esperamos que los machos que se aparean sean más grandes que los machos que no lo hacen. Por otro lado, si existiera además, apareamiento asortativo se encontraría que hembras grandes se aparean con los machos grandes.

Métodos

Área de estudio

El estudio fue realizado en un fragmento dedicado a cultivos agrícolas diversos de la Estación Biológica Cuericí en el mes de enero de 2003. Seleccionamos los sembrados de mazanilla (*Matricaria chamomilla*: Asteraceae) por ser sitios de pequeña área (4 x 4 m) con gran cantidad de flores distribuidas en forma relativamente uniforme, lo cual facilitaría las observaciones. Trabajamos con un coleóptero de la subfamilia Malachiinae (Fam. Malachiidae), que se encontraban en la etapa reproductiva durante el periodo del estudio.

Distribución espacial de cada sexo

Para determinar el estado de agregación de los individuos, se escogió una parcela con distribución uniforme de *M. chamomilla* la cual se dividió en 64 cuadrículas de 50 x 50 cm. Sólo consideramos las 54 cuadrículas con más del 75% de la superficie cubierta por *M. chamomilla*. Tomamos en cuenta la cobertura vegetal presente por cuadrícula para calcular la distribución esperada de los coleópteros (machos, hembras y cópulas). En cada cuadrícula se contó el número de individuos machos y hembras y el número de cópulas, tanto en la mañana (9:00 a 10:00 hs.) como en la tarde (13:00 a 14:30 hs).

Para establecer si los individuos se distribuían uniformemente (territoriales), comparamos la frecuencia observada con la respectiva distribución uniforme elaborada por nosotros. Por otra parte, las frecuencias observadas las comparamos con una distribución al azar conocida (la de Poisson). Para comparar las frecuencias observadas con las esperadas realizamos la prueba de chi-cuadrado.

Comportamientos de parejas copulando

Las parejas se definieron como “copulando” cuando el macho se encontraba en la parte posterior de la hembra, con el aedeagus introducido en ella. Inicialmente se establecieron las posibles conductas copulatorias luego de observar 3 parejas que se encontraban copulando. Los comportamientos observados se estandarizaron entre los 3 observadores que hicieron el seguimiento focal. Los comportamientos observados fueron:

Sacudidas: la hembra se mueve de un lado a otro, con las patas apoyadas en el sustrato, flexionando las articulaciones de las patas traseras de cada lado en forma alternada para lograr el movimiento.

Patadas: la hembra con sus patas posteriores toca o roza al macho en sus patas medias o posteriores. Se repite varias veces y en forma alternada usando las patas de uno y otro lado.

Caricias: el macho toca a la hembra en el abdomen o en las patas medias con sus patas medias o posteriores. Consideramos como una conducta individual desde que comenzó esta conducta hasta que cambió a otra.

Anteneos: el macho toca repetidamente con sus antenas el tórax de la hembra.

Para el estudio focal se tomaron las parejas que en ese momento estaban en cópula, aunque también se siguieron las que comenzaron la cópula durante el tiempo de observación. En total se estudiaron los comportamientos copulatorios de 14 parejas, anotándose la ocurrencia de cada uno de los comportamientos previamente definidos.

Selección sexual

Recolectamos 20 parejas copulando. Además para cada pareja recolectamos el macho y la hembra más próximos a ellos, asumiendo que si estos individuos no se encontraban copulando se debía a una menor eficacia para ser elegidos por el sexo opuesto. Esta recolección se realizó entre las 12:00 y 13:00 hs, que fue el horario de mayor frecuencia de observación de cópulas. Como medida del tamaño de los individuos se tomó el largo del élitro derecho por ser una estructura que no varía en tamaño según el estado de nutrición o de cantidad de huevos, además de ser fácil de medir. Para comparar los tamaños de los élitros de los machos y hembras que copulan con los machos y hembras que no copulan se utilizó la prueba t pareada.

Resultados

Distribución espacial de cada sexo

Las distribuciones de los machos solitarios (Fig. 1a y b) fue al azar tanto en la mañana ($X^2 = 1.60$, $gl = 1$, $p = 0.20$) como en la tarde ($X^2 = 0.20$, $gl = 1$, $p = 0.65$). Las hembras solitarias también se distribuyeron siguiendo un patrón azaroso (Fig 2a y b) en ambos momentos del día (en la mañana $X^2 = 0.15$, $gl = 1$, $p = 0.69$ y en la tarde $X^2 = 0.99$, $gl = 1$, $p = 0.31$). En cambio la distribución de las parejas fue uniforme (a la mañana $X^2 = 50.3$, $n = 3$, $p = 0.39$; a la tarde $X^2 = 65.2$, $n = 10$, $p = 0.06$; $gl = 54$). La proporción de hembras respecto a machos fue 0.94 tanto en la mañana como en la tarde.

Comportamientos de parejas copulando

De 20 parejas examinadas, sólo dos pudieron ser observadas desde que iniciaron la cópula, y en otras tres no se pudo observar la separación. En el inicio de la cópula, el macho se monta sobre la hembra y ésta comienza a realizar sacudidas y patadas. En ocasiones la hembra se tira de la planta y una vez en el suelo, con el macho encima, comienza a cavar o pasar por debajo de ramas y hojas caídas. El macho puede caer luego que la hembra pasa por debajo de un obstáculo pero rápidamente la persigue y la monta nuevamente. Tras varios intentos el macho finalmente le introduce el aedeago y la hembra comienza a ascender hacia las flores de la planta. En todo momento el macho mueve repetidamente las antenas golpeando el tórax de la hembra. Cuando la hembra llega a la flores comienza a comer y cesan los movimientos de las antenas del macho. Esta conducta se retoma cuando la hembra realiza un movimiento brusco al intentar cambiar de flor o de rama.

Transcurrido un tiempo de aproximadamente 2 horas aumenta la movilidad de la hembra y el macho reinicia los movimientos de anteneos pero también comienza a acariciar las patas y el abdómen de la hembra. La hembra por su parte comienza a realizar sacudidas y patadas. En un caso luego de estos movimientos el macho se separó y cada individuo tomó una dirección diferente. Mas en otros, la hembra se lanza y cava o pasa por debajo de obstáculos hasta que el macho se desprende. El macho continua el movimiento de las antenas siempre que está sobre la hembra. Cuando se desprende pueden alejarse uno del otro pero un individuo se volvió a montar sobre la hembra y esta continuó cavando hasta que logró separarse del macho y se apartaron. Las conductas más frecuentes fueron las patadas y las sacudidas Fig. 3.

Selección sexual

Los machos solos o en parejas no son distintos en cuanto al tamaño de los élitros ($p = 0.55$, $gl = 19$) (Fig.4.a). Sin embargo, las hembras que se encontraban copulando eran mayores que las que se encontraban solas ($p = 0.01$, $gl = 19$) (Fig. 4.b).

En este sistema no existe apareamiento asortativo pues no se observa un patrón que demuestre que los machos grandes se aparean con las hembras grandes ($r = 0.07$, $p = 0.75$) (Fig. 5).

El largo del élitro derecho en las hembras es significativamente mayor que el de los machos, tanto entre los individuos que se aparean ($p = 0.001$, $gl = 19$) como en los solitarios ($p = 0.001$, $gl = 19$) (Fig. 6). Por otro lado, existen otras diferencias en la morfología como por ejemplo, una menor cantidad de pubescencia en el tórax de la hembra que en el del macho y los élitros de éstas terminan en forma truncada, mientras que los élitros de los machos terminan en forma redondeada.

Discusión

Distribución espacial de cada sexo

El hecho de que la distribución de los malaquidos machos y hembras dentro del parche de manzanilla sea al azar, indica que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos, por tanto la distribución dentro del parche de manzanilla no está influyendo en la selección de parejas. Sin embargo, si se considera una escala espacial mayor, la distribución es muy agregada, favoreciéndose el apareamiento de los coleópteros que sean atraídos hacia el parche de manzanilla. Esta agregación a gran escala coincide con el planteamiento que en coleópteros la elección del macho se ve favorecida por la baja necesidad de búsqueda en sistemas donde el apareamiento ocurre en agregaciones muy grandes de machos y hembras (Bonduriansky 2002). No obstante, se observaron individuos y parejas aisladas sobre flores de otras especies. Pero las cópulas que comienzan en las manzanillas finalizan allí, y no se ha observado ni se cree posible que las hembras tengan movilidad suficiente, cuando tienen el macho arriba, para volar o recorrer distancias mayores.

La distribución de las cópulas según un modelo uniforme contradice el patrón azaroso encontrado en los individuos solitarios. Sin embargo, los datos nos indican que el número de cópulas parece estar determinando este contradictorio patrón. Cuando analizamos el valor de p en la mañana ($n = 3$) y en la tarde ($n = 10$) nos percatamos que la la probabilidad en la tarde está mucho más próxima a 0.05, o sea a rechazar el patrón uniforme, lo cual nos sugiere que con un número de muestra mayor se encontraría que las cópulas también siguen un patrón aleatorio.

Comportamientos de parejas copulando

La conducta inicial de la hembra de lanzarse, enterrarse y pasar por debajo de obstáculos pudiera ser un mecanismo de la hembra para seleccionar al macho pero a su vez el macho pudiera estimar las potencialidades de la hembra en base a las sacudidas, patadas y demás conductas que ésta realiza en el momento precopulatorio, ya que una hembra más vigorosa podría tener más huevos. La elección precopulatoria también puede expresarse como una variación de la competencia entre machos ya que al ser seleccionadas unas pocas hembras (las de mejor calidad) aumenta la competencia entre machos. Así, aunque la competencia macho-macho, usualmente produce machos de alta calidad para alcanzar alto éxito reproductivo, esa competencia puede funcionar aumentando la calidad promedio de las hembras (Blanckenhorn et al 2000).

El hecho de que hayan más patadas y sacudidas puede implicar que la hembra luego de la cópula invierte gran cantidad de tiempo para quitarse el macho de encima mientras que el macho sigue intentando mantenerse sobre la hembra y sólo si se desacomoda realiza anteneos y caricias para reposicionarse y que la hembra lo vuelva a aceptar. Este comportamiento del macho podría ser para evitar que otros machos

copulen mas esto no concuerda con la conducta de otros machos que abandonan a la hembra sin reintentar copular. Sin embargo, puede que cuando el macho considera que aun no ha introducido suficiente cantidad de esperma y trate de propiciar una segunda cópula. Para probar esto podría realizarse un experimento en el que se compare la frecuencia de intentos de segundas cópulas entre parejas que culminen naturalmente (por decisión de la hembra) la cópula y en otras en las que se interrumpa la cópula una hora después de comenzada.

Selección sexual

Al no existir diferencias entre los tamaños de los machos que copulan y los que no copulan podemos afirmar que no existe selección de las hembras por los machos más grandes. No obstante, no excluimos la posibilidad de que las hembras puedan seleccionar los machos según algún carácter no considerado en el estudio, aunque descartamos la ocurrencia de peleas pues los machos en ningún momento se agregan.

Sin embargo, en esta especie parece que los machos son los que seleccionan a las hembras por el tamaño, de hecho encontramos que las hembras que copulaban eran significativamente más grandes que las que no copulan. Este comportamiento ha sido referido para los machos en sistemas promiscuos, donde el factor clave en la calidad de la hembra es la fecundidad. En la mayoría de estos casos los machos estiman la calidad de la hembra usando indicadores fenotípicos de fecundidad como el número de huevos maduros acarreados o el tamaño del cuerpo (Bonduriansky 2002). La proporción de machos y hembras en la población fue la misma, por tanto, la competencia intrasexual, mayor causa de selección intrasexual, no sería un factor muy importante en este sistema. Aunque puede ser que exista competencia, si las hembras grandes son escasas, no se tienen los datos suficientes para estimar la proporción de hembras grandes en relación con las pequeñas en la población.

Con las variables que se consideraron para determinar selección sexual, los resultados obtenidos son opuestos a lo esperado, ya que sugieren que es el macho el que elige y no la hembra. Bonduriansky (2002) ha planteado que cuando los machos contribuyen más que las hembras en la descendencia, los machos deben ser el sexo que elige y las hembras el sexo que compete, representando la varianza de la calidad de la pareja el beneficio potencial de las elecciones.

Referencias

- Blackenhorn, W.V., C. Mühlhäuser, C. Morf, T. Reusch y M. Reuter. 2000. Female choice, female reluctance to mate and sexual selection on body size in the dung fly *Sepsis cynipsea*. *Rthology* 106: 577-593.
- Bonduriansky, R. (2002). The evolution of male mate choice in insects: a synthesis of ideas and evidence. *Biol. Rev.* 76:305-339.
- Futuyma, D. J. 1998. *Evolutionary biology*. Sinauers associates. Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Gwynne, D. T. 1990. Testing parental investment and the control of the sexual selection in katidids. The operational sex ratio. *Am. Nat.* 136: 474-484.
- Kondrashov, A. S. y M. Shpak. 1999. On the origin of species by means of assortative mating. The Royal Society.
- Shuker, D.M. y T.H. Day. 2001. The repeatability of a sexual conflict over mating. *Animal behaviour* 61: 755-762.

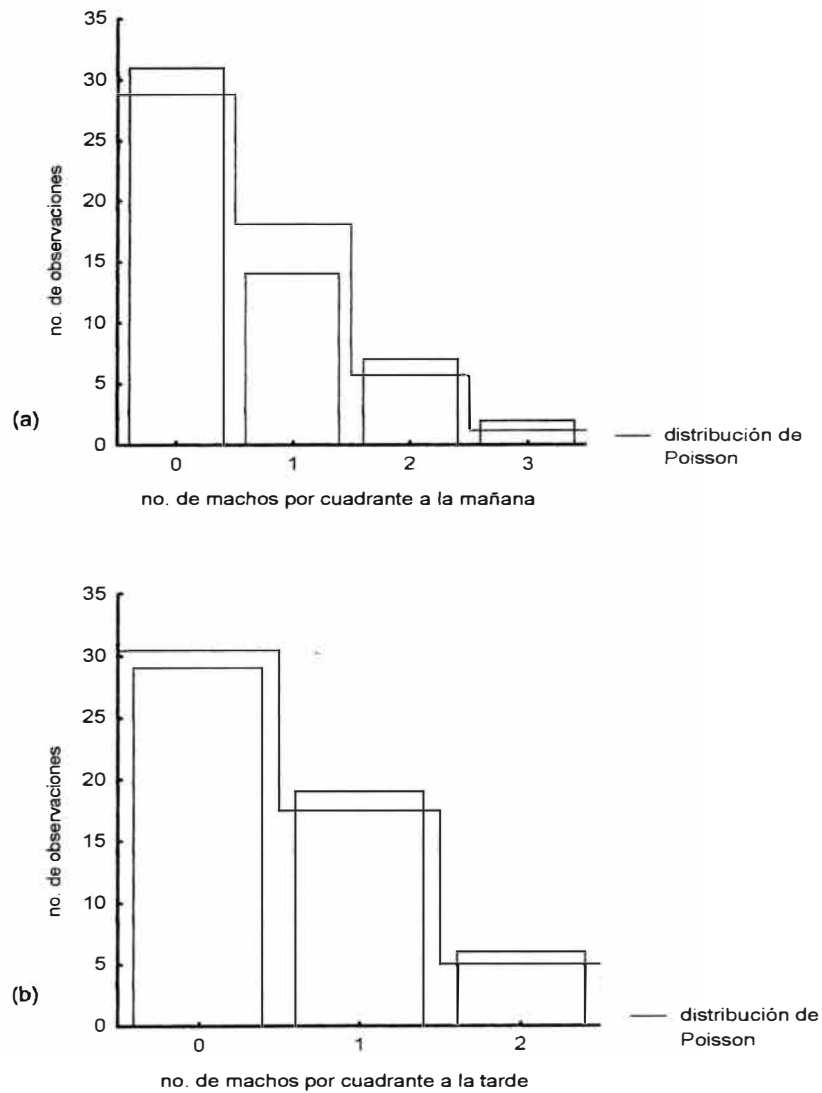


Fig. 1. Distribución espacial de los machos por cuadrante en la mañana (a) y en la tarde (b).

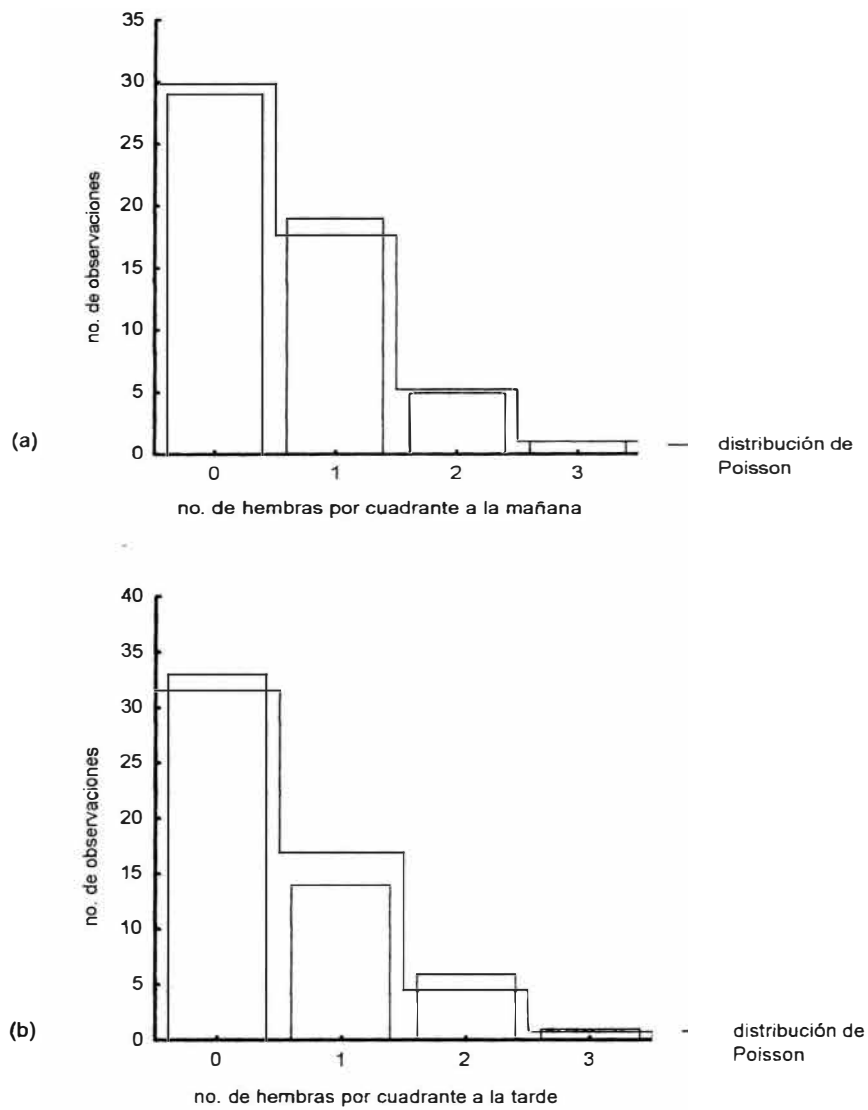


Fig. 2: Distribución espacial de las hembras por cuadrante en la mañana (a) y en la tarde (b).

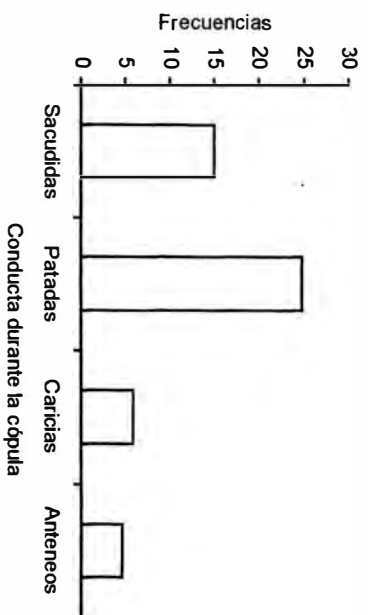


Fig. 3. Frecuencia relativa de cada comportamiento copulatorio.

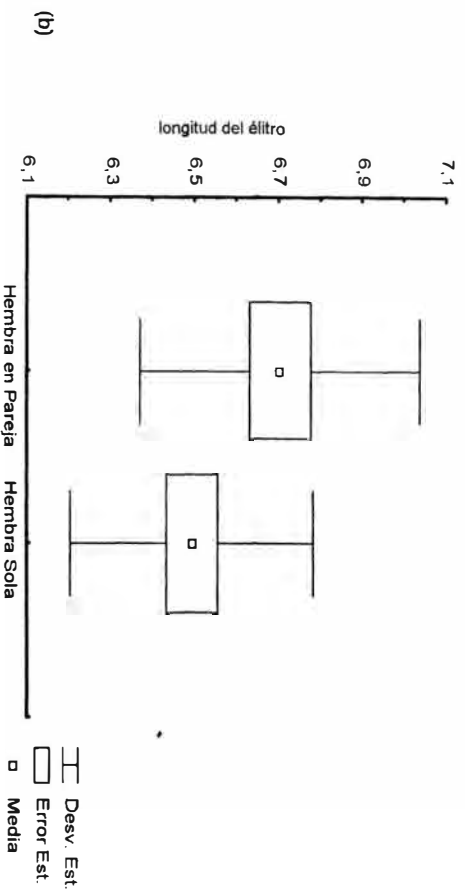
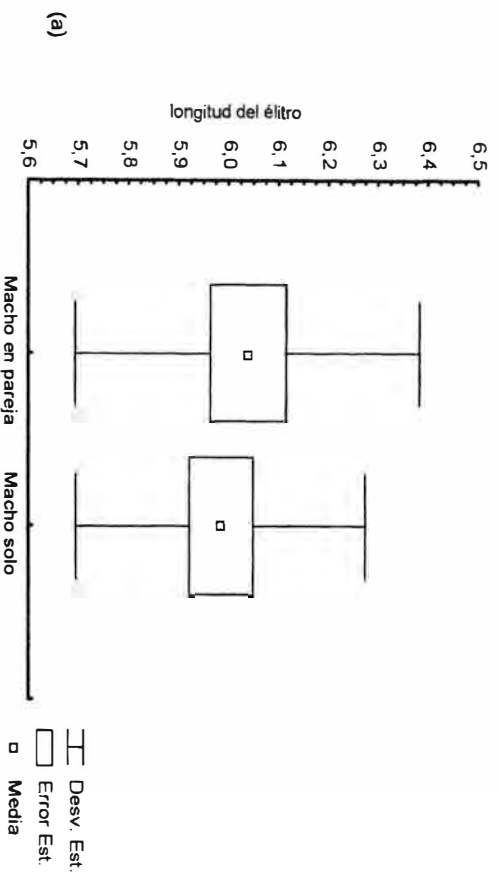


Fig. 4. Comparación del tamaño de los élitros entre macho que copulan y que no (a), y entre hembras que copulan y que no (b).

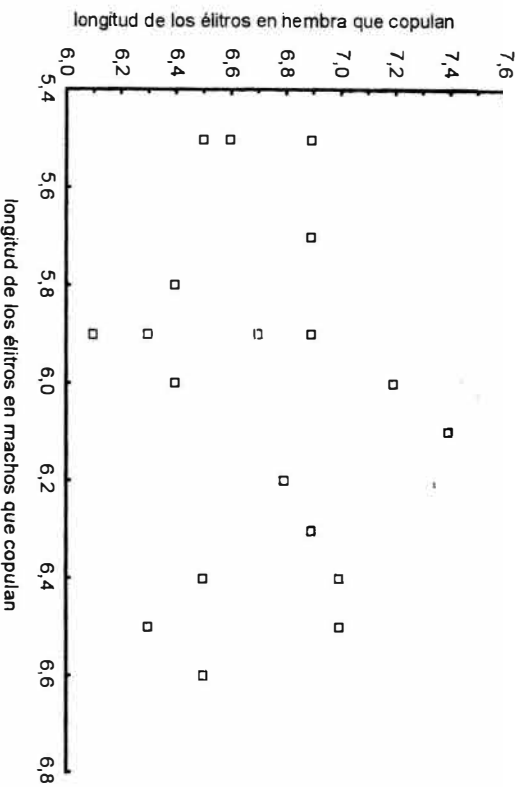


Fig. 5. Relación entre el tamaño de los machos y las hembras que copulan, cada punto representa una pareja.

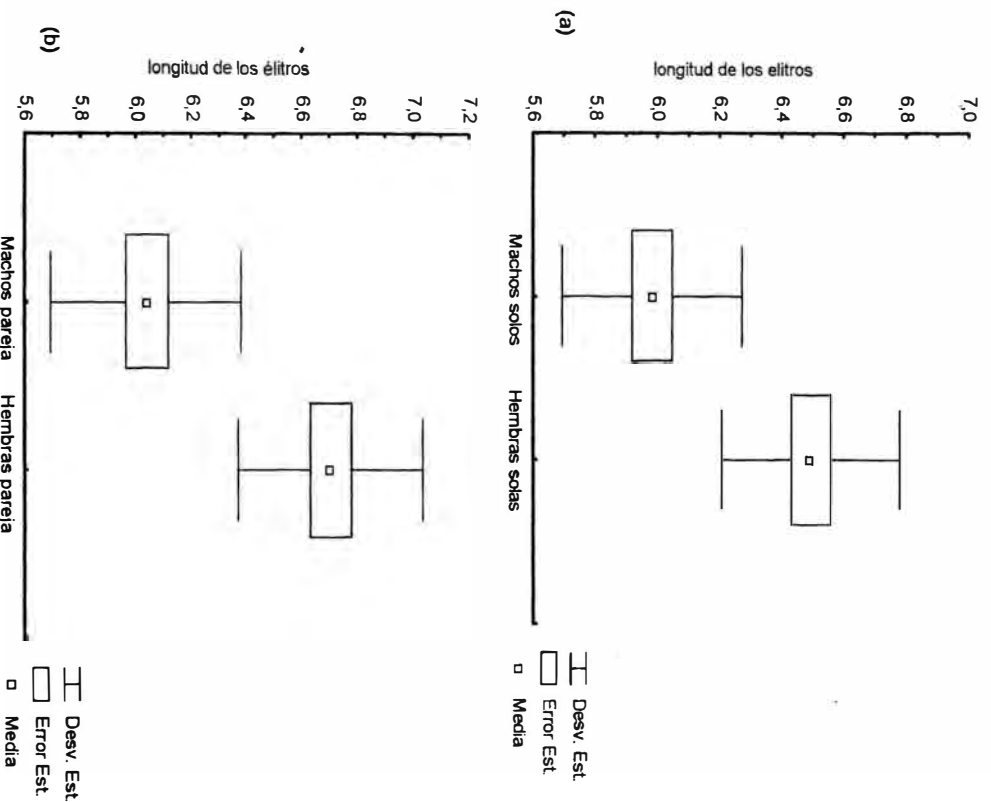


Fig. 6. Dimorfismo sexual en el tamaño de los élitros entre hembras y machos, tanto solitarios (a) como en parejas (b).

RADIACIÓN SOLAR: ¿COMO SE PROTEGE EL *SENECIO* SP. EN EL PÁRAMO?

Xyomara Carretero, Alain Carretero & Josué Ramírez

Resumen. Estudiamos el efecto de la radiación solar sobre los patrones de pubescencia, inclinación y área foliar de *Senecio* sp. en el páramo del Cerro de la Muerte. En estudios anteriores se ha propuesto la presencia de pubescencia como estrategia de la planta para protegerse de una radiación solar alta. Además, se ha encontrado que hojas adultas menos expuestas tienen una mayor área foliar y son menos verticales. Por lo tanto, esperábamos que en lugares más expuestos, la pubescencia fuera mayor en hojas jóvenes que en hojas adultas, y que las hojas adultas tuvieran un mayor ángulo de inclinación y menor área foliar. Para esto estratificamos la copa del árbol ($n = 5$) en tres categorías de exposición, en cada categoría evaluamos hojas jóvenes y adultas. La longitud de la pubescencia entre hojas jóvenes y adultas en las diferentes categorías de exposición no varía, pero es mayor la longitud de la pubescencia en el haz en relación al envés. Las hojas adultas más expuestas a la radiación solar presentan un mayor ángulo de inclinación y menor área foliar. Sugerimos que *Senecio* sp. responde a las condiciones extremas con la plasticidad de sus hojas, siendo más notoria la variación del ángulo de inclinación y el área foliar.

Palabras Clave: Condiciones extremas, páramo, plasticidad foliar, *Senecio* sp.

Introducción

El páramo es un ecosistema montañoso que se encuentra sobre los 3000 m., tiene una vegetación caracterizada por sabanas de altura (Gómez 1986) que están sometidas, en periodos cortos, a variaciones microclimáticas bruscas (radiación solar y temperatura). Como respuesta a estas presiones microclimáticas las plantas presentan una plasticidad fenotípica que se hace más notoria en las hojas, modificando sus características morfológicas y fisiológicas como el tamaño, la coloración y el grado de pubescencia. Lo anterior puede repercutir en los procesos de intercambio de energía con el ambiente; en otras palabras, pueden modificar su “balance de energía” y favorecer la resistencia de la planta (Hogan & Menacho 2002).

Estudios realizados en la zona de páramo, en el Cerro de la Muerte (Salinas *et. al.* 2000), han demostrado que *Senecio* sp. y *Alchemilla* sp. modifican el tamaño de sus hojas de acuerdo al estrés que reciben, presentando hojas de mayor tamaño en lugares sombreados y de menor tamaño en los lugares más expuestos. Además, la pubescencia se ha propuesto como una estrategia de la planta para reducir el efecto de la radiación solar, sin embargo, es posible que no sea esta la única función. (F. Rada *com. pers.*). Teniendo en cuenta esto, buscamos establecer cómo los patrones de pubescencia, inclinación y área foliar de las hojas jóvenes y adultas en *Senecio* sp., se han modificado dependiendo del grado de radiación solar al que están expuestas. A

Esperábamos que en lugares más expuestos, la pubescencia sea mayor en hojas jóvenes que en hojas adultas, ya que esto les estaría dando a las hojas jóvenes una mayor protección contra una alta radiación solar, que en este caso y por no estar totalmente desarrolladas (capa de cutícula delgada en hojas jóvenes) presentarían un mayor daño (F. Rada *com. pers.*). Además, encontraríamos hojas adultas que tuvieran ángulos de inclinación mayores en lugares más expuestos respecto a lugares menos expuestos y con mayor sombra, ya que al estar tan expuestos un mayor ángulo de inclinación reduce el área de exposición a la radiación solar. Finalmente, esperamos encontrar que las hojas adultas presenten una mayor área foliar en la zona menos

expuesta, debido a que por estar menos expuestas necesitan aumentar la superficie de captura de luz que en estas zonas sería menor (Rada *et al.* 2000).

Métodos

Realizamos este estudio en el páramo del Cerro de la Muerte, localizado a 3200 m. Seleccionamos al azar 5 individuos adultos de *Senecio* sp., con una altura entre 2,5 a 3 m, en un área con igual grado de exposición solar, zona en la que la radiación solar era mayor en la mañana (lado este). En cada individuo estratificamos la copa del árbol en tres categorías de exposición a la radiación, (recolectando 5 hojas jóvenes y 5 hojas adultas por categoría, para las mediciones de pubescencia): estrato superior con mayor altura y mayor exposición (categoría a), estrato medio con altura media y mayor exposición (categoría b) y estrato interno con menor altura y menor exposición (categoría c). Consideramos hojas jóvenes a aquellas que se encontraban en un primer verticilo rodeando a la yema y hojas adultas a aquellas que se encontraban dispuestas 2 verticilos después de las hojas jóvenes recolectadas.

Longitud de la pubescencia. Preparamos cortes transversales de la lámina de la hoja y en estos medimos la longitud de la pubescencia del haz y del envés. La longitud de la pubescencia se midió en 3 hojas jóvenes y 3 hojas adultas de cada una de las categorías definidas, en un total de 5 plantas, mediante el uso de un microscopio óptico compuesto con ocular métrico (40x) calibrado a escala 0.01 mm.

Area foliar. El área foliar se calculó con la siguiente fórmula [$2/3(\text{largo} \times \text{ancho})$], tanto para 5 hojas jóvenes como 5 hojas adultas en cada una de las categorías definidas, en 5 plantas. Las mediciones de largo y ancho de las hojas lo realizamos con un calibrador electrónico (Vernier).

Angulo de inclinación. Entre las 8:30 y las 10:00 de la mañana tomamos datos del ángulo de inclinación, con respecto a la horizontal, de ocho hojas jóvenes y ocho hojas adultas por cada categoría de exposición. Las hojas fueron elegidas al azar usando el mismo criterio utilizado para la selección de las hojas recolectadas para medir la pubescencia.

Temperatura y radiación solar. Adicionalmente, de 8:20 a 10:00 de la mañana, registramos datos de temperatura y radiación solar en cada una de las categorías de exposición, con intervalos de 20 minutos.

Análisis de los Datos. Analizamos los valores de longitud de la pubescencia en relación al grado de exposición (categorías a, b, c) y tipo de hoja (hoja joven y adulta) con un análisis de varianza en bloques, tomando cada individuo como un bloque. Los datos de inclinación y área foliar de las hojas también los analizamos empleando un análisis de varianza (ANOVA) de una vía.

Resultados

La temperatura y radiación solar en las áreas más expuestas es mayor a la encontrada en la zona de menor exposición (interior y debajo de la copa del árbol) (Fig. 1). La pubescencia presente en las hojas jóvenes y adultas no difiere entre las categorías de grados de exposición ($F = 0,46$; $p = 0,65$; $n = 90$) (Fig. 2), aunque notamos que la pubescencia tiende a ser mayor en el envés en relación con el haz de las hojas jóvenes ($F = 3,96$; $p = 0,056$; $n = 15$) y adultas ($F = 2,25$; $p = 0,14$; $n = 15$) (Fig. 3). En hojas adultas los ángulos de inclinación de hojas más expuestas (categorías a, b) son mayores, mientras que las hojas menos expuestas (categoría c), presentan una inclinación casi horizontal ($F = 26,40$; $p < 0,001$; $n = 240$) (Fig. 4). Las hojas más

expuestas (categorías a y b) presentaron un área foliar menor respecto a las hojas menos expuestas (categoría c) ($F = 14,5$; $p < 0.01$; $n = 75$) (Fig. 5).

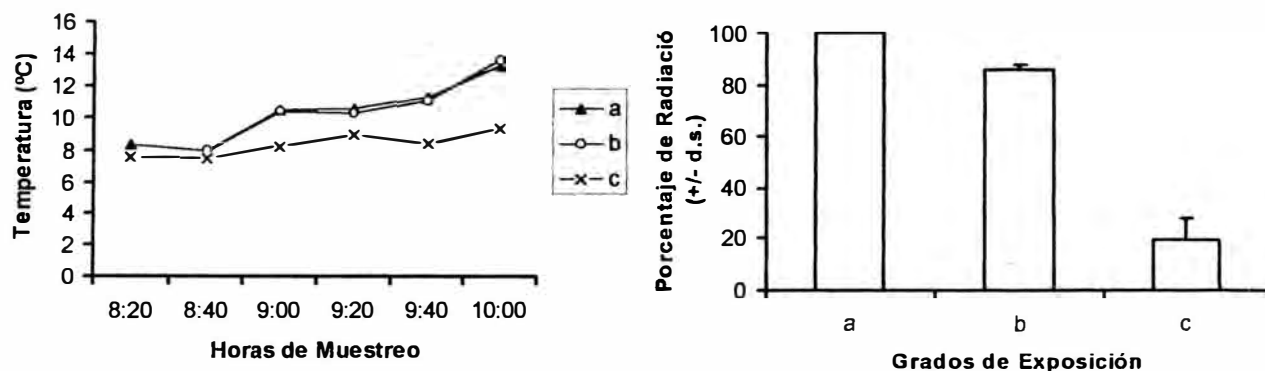


Fig. 1. Variación de temperatura (°C) y radiación solar (%) en diferentes categorías de exposición: estrato superior con mayor altura y mayor exposición (categoría a), estrato medio con menor altura y mayor exposición (categoría b) y estrato interno con menor altura y menor exposición (categoría c).

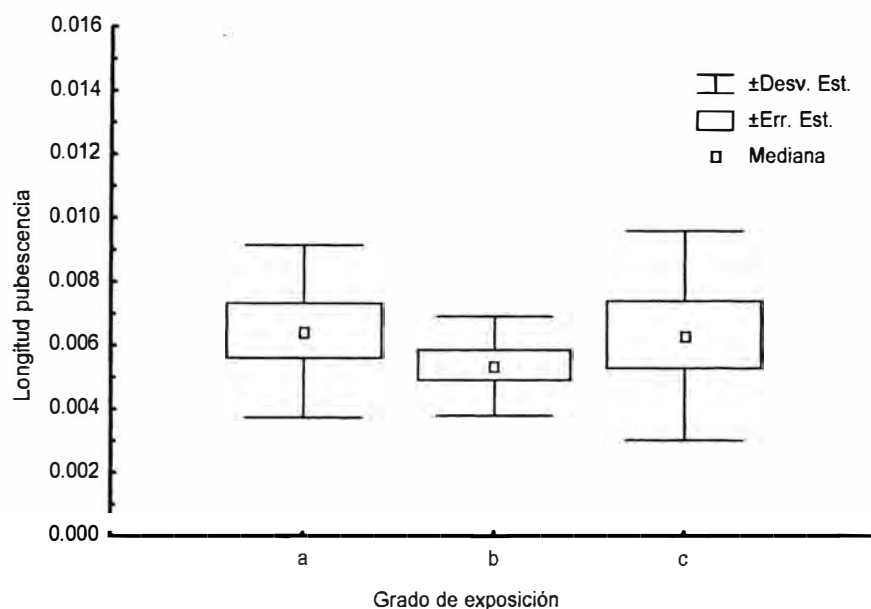


Fig. 2. Longitud de pubescencia de hojas jóvenes y hojas adultas por categoría de exposición.

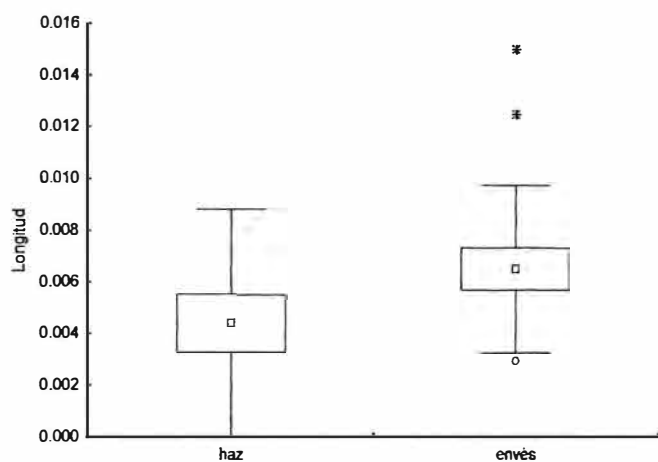
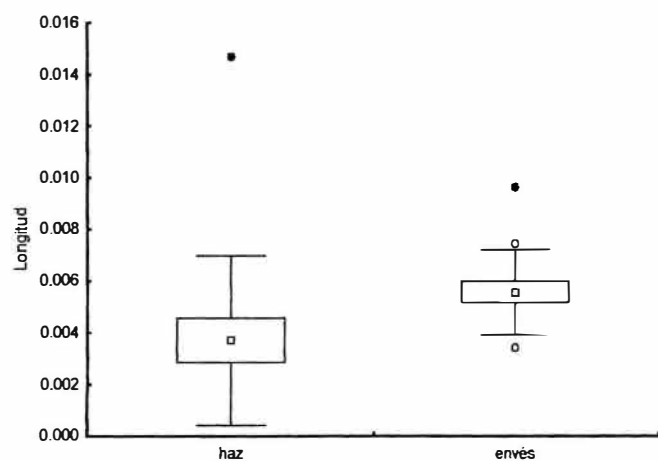


Fig. 3. Longitud de la pubescencia entre el haz y el envés de hojas jóvenes y adultas.

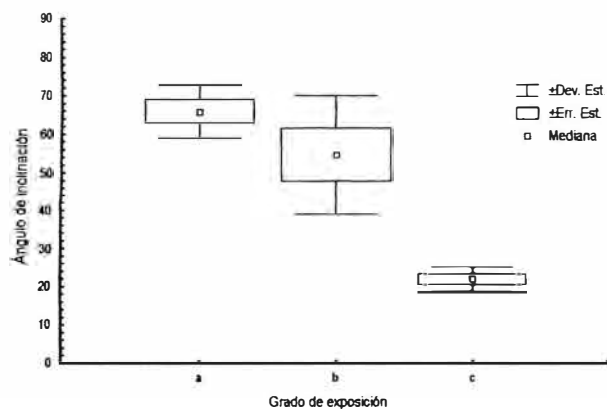


Figura 4. Ángulo de inclinación de hojas adultas en las tres categorías de exposición.

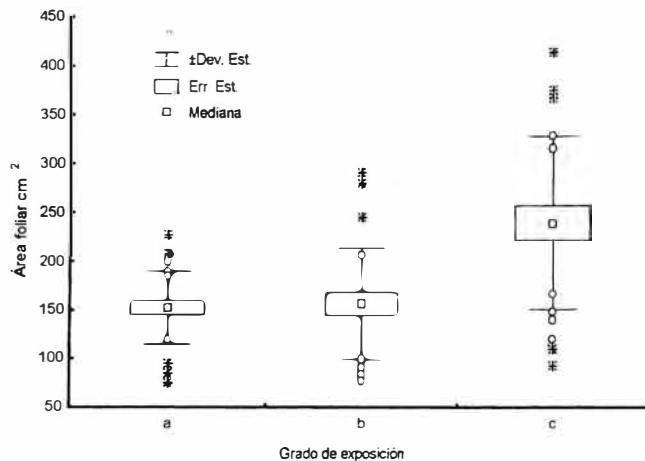


Figura 5. Variación del área foliar por categoría de exposición.

Discusión

Las hojas más expuestas son las que están expuestas a una mayor temperatura debido a una mayor incidencia de radiación solar. Contrario a lo encontrado en las zonas con menor incidencia de radiación solar que presentaron la menor temperatura. Aunque las diferencias en la pubescencia entre las hojas jóvenes y adultas es pequeña, es importante notar que la pubescencia del envés respecto al haz para ambas es ligeramente mayor. Si relacionamos esta característica de la pubescencia con la existencia de estomas en el envés y considerando que durante el proceso de transpiración las hojas pierden agua, podemos sugerir que en este caso la principal función de la pubescencia es aislar la lámina de la hoja del medio, disminuyendo la cantidad de agua que se pierde por transpiración. De esta forma, no actuaría exclusivamente como un aislante para reducir el daño causado por la radiación solar sobre la lámina de la hoja como se había propuesto anteriormente (Rada *et al.* 2000).

El ángulo de inclinación de las hojas adultas no fue diferente entre las hojas más expuestas, lo que puede explicarse por los valores similares de radiación para estas categorías y por lo tanto las hojas están respondiendo al alto grado de radiación solar con la disposición más vertical de las hojas, reduciendo de esta manera su superficie de exposición. Esto en parte explicaría la mayor pubescencia en el envés, ya que la zona que están exponiendo es el envés de la hoja, apoyando la hipótesis de que la pubescencia es una adaptación para protegerse de la radiación solar alta.

Por otro lado, las hojas adultas son menos verticales en la zona menos expuesta debido a que al estar menos expuesta a la radiación necesita aumentar la superficie de captura de esta radiación para ser más eficiente fotosintéticamente. Además como no está muy expuesta a dicha radiación no la afecta el exponer la zona menos pubescente, el haz (Körner 1999, Rada *et al.* 2000).

Las hojas adultas más expuestas a la radiación solar presentaron menor área foliar lo que indica que por recibir mayor radiación necesitan reducir la superficie por donde están perdiendo agua (Salinas *et al.*, 2000). Sin embargo, podría tener otra implicación que sería una baja en la tasa fotosintética. Además la pérdida de agua por evapotranspiración se reduce al tener una alta capa de pubescencia.

Finalmente en función a nuestros resultados podemos establecer que *Senecio* sp. responde a las condiciones extremas con la plasticidad de sus hojas, variando ésta en

función al grado de radiación solar al que esta expuesto, siendo notoria la variación del ángulo de inclinación y el área foliar.

Bibliografía

- Gómez, L.D. 1986. Vegetación de Costa Rica. Apuntes para una Biogeografía costarricense. Vegetación y clima de Costa Rica. Volumen I. San José.
- Hogan, K.P. & J.L. Menacho. 2002. La luz solar: consecuencias biológicas y medición. Pg: 119-143. En: Guariguata, M.R. & G. H. Kattan. 2002. Ecología y conservación de Bosques Neotropicales. San José. Libro Universitario Regional.
- Körner, C. 1999. Alpine plant life. Functional plant ecology of high mountain ecosystems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Alemania.
- Rada F., A. Azócar, J. González, & B. Briceño 2000. Leaf gas exchange in *Espeletia schultzii* Wedd, a giant caulescent rosette species, along an altitudinal gradient in the Venezuelan Andes. Acta Oecologica 19: 73-79.
- Salinas M., E. Bonaccorso, T. Santander, M. Romero, J. Solórzano, R. Villalobos & F. Rada. 2000. Modificaciones foliares de *Senecio* sp. y *Alchemilla* sp. como respuesta al estrés térmico. Pp 108-111. En.: Farji- Brener A. & Barrantes G. Ecología Tropical & Conservación 2000-2. Universidad de Costa Rica y Organización para Estudios Tropicales.

EFECTO DE LA DEGRADACIÓN DE UN BOSQUE SOBRE LA BIOMASA DE TRES ESPECIES DE HELECHOS

Rodrigo Becerra, Juan Carlos Villarreal y David Suárez

Resumen. La degradación del bosque por la intervención antropogénica trae cambios en su estructura. La fragmentación de hábitats influye en distinta forma sobre las diferentes especies vegetales y en ocasiones, se observan distintas respuestas morfo-fisiológicas de las mismas especies en hábitats degradados y con remanentes de bosque. Los helechos constituyen un grupo de plantas que crecen en diferentes estadios sucesionales, por lo que algunas especies se consideran como indicadoras de hábitats. En tres áreas que representan tres estadios de sucesión (talado, bosque y bosque en regeneración) estudiamos tres especies de helechos de los géneros *Blechnum*, *Pteridium* y *Elaphoglossum*. En cada sitio establecimos parcelas de 4 m², medimos la altura de cada fronda de *Blechnum* y *Pteridium* y posteriormente calculamos la biomasa. Además, escogimos cinco troncos caídos por sitio e hicimos las mismas mediciones con *Elaphoglossum*. *Blechnum* fue registrada en los tres sitios y presentó una biomasa por fronda mayor dentro del bosque y menor en el sitio talado, sin embargo, el sitio donde presentó mayor cobertura (biomasa por m²) fue el regenerado. *Pteridium* se registró en el sitio talado y en el regenerado, presentando una mayor biomasa por fronda en la zona en regeneración, mientras que su biomasa por m² no varió significativamente entre sitios. *Elaphoglossum* fue encontrada en el sitio regenerado y en el bosque; y por su condición epífita facultativa fue encontrada sólo en troncos en descomposición en el bosque y en la zona regenerada. La biomasa por fronda y también por m² para esta especie no variaron significativamente entre estos sitios.

Palabras Clave: biomasa, bosque de *Quercus*, degradación, helechos.

Introducción

La degradación del bosque ocasionada por la intervención humana trae cambios en la riqueza y estructura del bosque. La vegetación que surge inmediatamente después de que un bosque primario ha sido talado tiende a ser mucho más pobre en términos de riqueza de especies (Guariguata y Ostertag 2002). Este impacto relega a las poblaciones de especies vegetales de bosques a ser parte de remanentes que cada vez son más pequeños, que en la mayoría de los casos se encuentran dentro de un proceso de sucesión secundaria (Guariguata y Ostertag 2002).

Al iniciar la sucesión secundaria entre los primeros grupos colonizadores están los helechos (Pteridophyta). Estas plantas son más abundantes al inicio de la recuperación del bosque y disminuyendo cuando el bosque maduro está conformado (Guariguata y Ostertag 2002).

Los helechos son plantas vasculares que se reproducen por esporas. La forma de crecimiento y los patrones del desarrollo tienden a correlacionarse con micro-hábitats específicos (Wagner y Gomez 1991). Así, muchas especies de helechos que se adaptan a diferentes condiciones tanto sucesionales como estructurales del hábitat. Varias especies de este grupo crecen sólo en pastizales o en el bosque, estando esta preferencia relacionada con la cantidad de luz de cada uno de los sitios (Wagner y Gomez 1991).

Este estudio está enfocado en cuantificar los efectos de la degradación del bosque sobre especies de helechos del género *Pteridium*, *Blechnum* y *Elaphoglossum*. El género *Pteridium* es un helecho rizomatoso típico de zonas abiertas y recién expuestas a fuegos (Wagner y Gomez 1991). El género *Blechnum* crece en bosques de galería y orillas de los senderos (Croat 1978, Wagner y Gomez 1991, Peña-Chocarro *et al.* 1999). Por otra parte, *Elaphoglossum* es un género mayormente epífita dentro de los bosques (Peña-Chocarro *et al.* 1999), aunque crece también sobre troncos en descomposición en potreros (Wagner y Gomez 1991).

El presente estudio servirá para determinar cuantitativamente los cambios que ocasiona la fragmentación de un bosque en la biomasa de especies de *Blechnum*, *Pteridium* y *Elaphoglossum*. a dos niveles: por fronda y por área.

Materiales y métodos

Nuestro estudio fue realizado en la región de Cuericí, cordillera de Talamanca, durante enero de 2003. Dentro del bosque cercano a la estación seleccionamos tres sectores adyacentes que representan tres estadios de sucesión: una zona recientemente talada con presencia de hierbas (talado), otra que fue talada anteriormente, que representa un matorral secundario con árboles bajos (regenerado) y una zona boscosa relativamente bien conservada (bosque) con *Quercus* como el género de árboles dominantes.

Para el análisis de las especies terrestres (*Blechnum* y *Pteridium*), establecimos parcelas en cada sitio (6 en talado y regenerado y 9 en bosque) de 4 m² cada una. Estas fueron ubicadas en bloques de tres parcelas con un metro de separación entre ellas. Cada bloque estaba separado por dos metros. Dentro de cada parcela medimos el largo de todas las frondas de las especies analizadas y utilizamos esa información para estimar la biomasa.

Para el estudio de la especie epífita (*Elaphoglossum*) realizamos un transecto de 25 x 1 m y elegimos al azar cinco árboles caídos con un diámetro superior a 25 cm. El área muestreada en cada tronco fue igual a la mitad del perímetro (superficie apta para el crecimiento) a una distancia de 2 m desde la base del árbol caído. En esa área medimos el largo de todas las frondas de *Elaphoglossum*. Adicionalmente en cada parcela y cada tronco medimos el porcentaje de cobertura del dosel con un densiómetro.

Para calcular la biomasa recolectamos quince frondas de cada especie, que posteriormente medimos y pesamos en el laboratorio. Luego relacionamos las variables longitud y peso de la fronda mediante modelos de regresión (Fig. 1). Las ecuaciones de regresiones obtenidas fueron utilizadas para calcular el peso de todas las frondas cuya longitud se midió en el campo. Así fue posible determinar el peso por fronda en cada sitio y el peso de materia fresca de cada especie por unidad de área en cada sitio.

Analizamos las diferencias entre sitios de la biomasa por fronda y por área de las tres especies de helechos mediante análisis de varianza y su biomasa por área mediante la prueba de Kruskal-Wallis en los casos en que los datos no cumplían el requisito de normalidad.

Resultados

El análisis de cobertura vegetal muestra los cambios de la estructura de la vegetación en los tres sitios donde se realizó el trabajo. En la zona de bosque encontramos una mayor cobertura vegetal que en la talada y en la regenerada (Fig. 2).

La distribución de las tres especies de helechos es afectada diferencialmente por la degradación del bosque: *Blechnum* fue registrada en los tres sitios, mientras que

Elaphoglossum fue encontrada en el sitio regenerado y en el bosque, y *Pteridium* se presentó en el sitio talado y en el regenerado.

La biomasa por fronda de *Blechnum* aumenta al avanzar la sucesión (Fig. 3, g.l.= 2; $F= 75.78$, $p<0.01$), sin embargo, su biomasa/m² fue máxima en el sitio regenerado, aunque dicha tendencia no es estadísticamente significativa, (Fig. 4; $H= 5.08$; $p=0.079$; $n= 21$).

En *Pteridium*, se observó mayor biomasa de la fronda en el sitio regenerado (Fig. 5). Sin embargo, su densidad en biomasa por m² fue mayor en el sitio talado, aunque esa tendencia no es estadísticamente significativa (Fig. 6; $H= 1.56$; $p=0.21$; $n= 12$).

Elaphoglossum presentó frondas levemente mayores dentro del bosque, (Fig. 7; $H= 0.47$; $p= 0.49$; $N=82$); Su biomasa por m² varió poco entre sitios, aunque la variación entre cuadrículas fue mayor dentro del bosque (Fig. 8; $H= 0.02$; $p=0.88$; $n= 10$).

Discusión

Los cambios que se dan en las especies de helechos analizados podrían deberse que ciertas especies tienen mayores puntos de compensación fotosintética y resisten altos niveles de luz (Smith 1987). Debido a ello *Pteridium* no se encuentra dentro del bosque, ya que esta especie ha sido relacionada con sitios expuestos y se considera como especie colonizadora (Wagner & Gomez 1991). La razón por la cual *Pteridium* presentaba mayor biomasa por fronda en el sitio regenerado que en el talado se relaciona a que este último fue degradado recientemente y quizás las frondas no emergieron aún en el momento del muestreo.

Por otra parte, el aumento de la biomasa por fronda de *Blechnum* en el bosque está relacionado a que este género crece en bosques de galería y a orillas de camino y, aunque no se conocen estudios ecofisiológicos sobre esta especie, quizás estas podrían alcanzar su mayor desarrollo en áreas de sombra. Sin embargo, la disminución de *Blechnum* por unidad de área dentro del bosque podría deberse a que en este lugar existe competencia por espacio en el sotobosque con hierbas o plántulas de otras especies (e.g. *Chusquea* sp), al contrario de lo que sucede en los otros sitios. La adaptación que tenga la especie a vivir en la sombra, podría estar limitada al porcentaje de luz solar retenida por el dosel (Clark & Clark, 1987) y quizás esta especie desaparece en bosques maduros donde los flecos solares son mínimos, limitando la proliferación de este helecho.

Elaphoglossum es una especie epífita facultativa y se encontró en troncos caídos tanto en el bosque como en la parte regenerada. Probablemente, los árboles al caer conservaban el helecho y éste posee mecanismos fisiológicos que le permiten habitar el tronco durante un largo tiempo.

Tanto para *Blechnum* sp como para *Elaphoglossum* sp la tendencia dentro del bosque a aumentar el tamaño de la fronda (y así la superficie fotosintética) podría constituir una respuesta a la baja radiación bajo el dosel del bosque.

Finalmente, nuestros datos sugieren que la fragmentación de los bosques afecta de diferente manera a los helechos, ya sea limitando su distribución o bien variando su biomasa por fronda (tamaño) o por área (densidad) en relación con estados sucesionales, condiciones lumínicas y estructura del bosque.

Referencias

Clark, D. y D. Clark. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque

muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. *Revista Biología Tropical* 35 (Supl 1):41-54, 1987.

Croat, T. 1978. *Flora of Barro Colorado Island*. Stanford University Press, California.

Guariguata, M. y R. Ostertag. 2002. Sucesión Secundaria. En Guariguata, M. y G. Kattan (ed.). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ), Costa Rica.

Peña-Chocarro, M.; G. Marín, B. Jiménez y S. Knapp. 1999. *Helechos de Mbaracayú. Una Guía de los Helechos de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Paraguay*. The Natural History Museum, London.

Smith, A. 1987. Respuesta de hierbas del sotobosque tropical a claros ocasionados por la caída de árboles. *Revista Biología Tropical* 35 (Supl 1):41-54, 1987.

Wagner y Gomez. 1991. Pteridophyta. Pp. 314-320. En, D. H. Janzen. *Historia Natural de Costa Rica*. Editorial Universidad de Costa Rica.

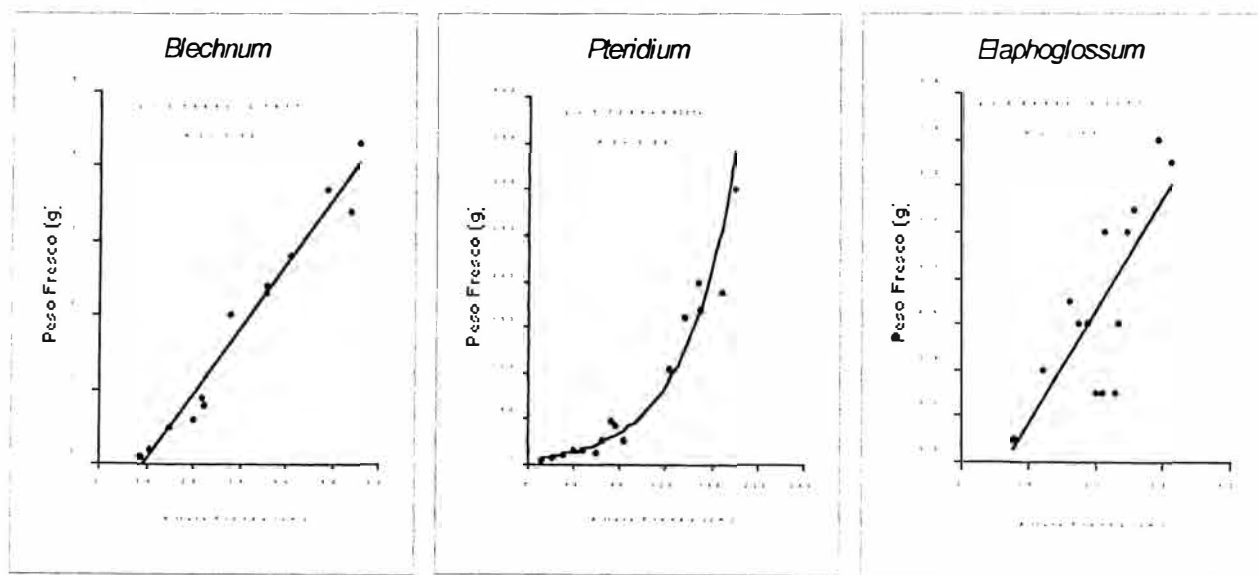


Fig. 1- Relación entre la biomasa y altura de la fronda.

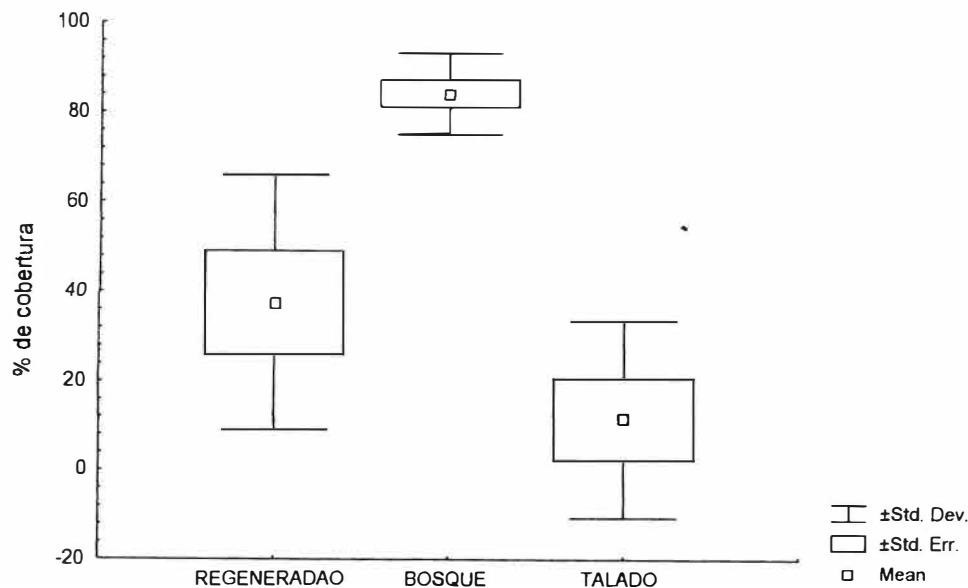


Fig. 2- Diferencia de la Cobertura vegetal de los tres lugares analizados

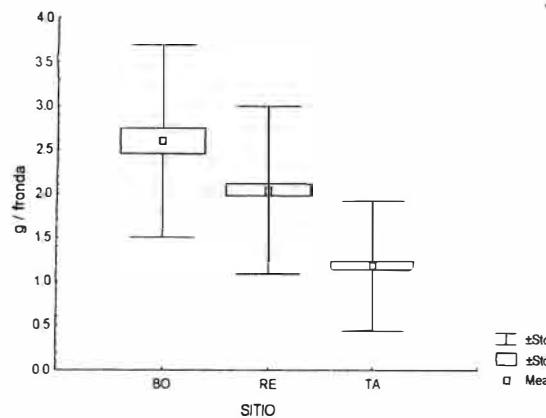


Fig. 3. Variación de la biomasa por fronda para *Blechnum* según sitio. BO: Bosque, RE: Regenerado, TA: Talado.

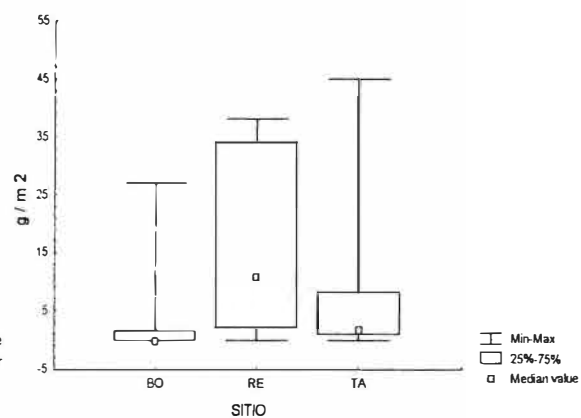


Fig. 4. Variación de la biomasa por m² para *Blechnum* según sitio. BO: Bosque, RE: Regenerado, TA: Talado.

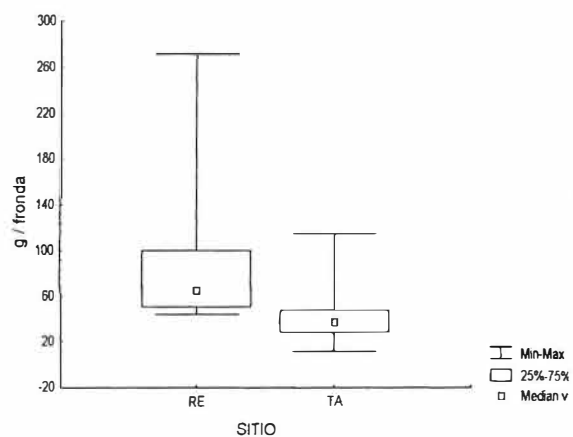


Fig. 5- Variación de la biomasa por fronda para *Pteridium* según sitio. RE: Regenerado, TA: Talado.

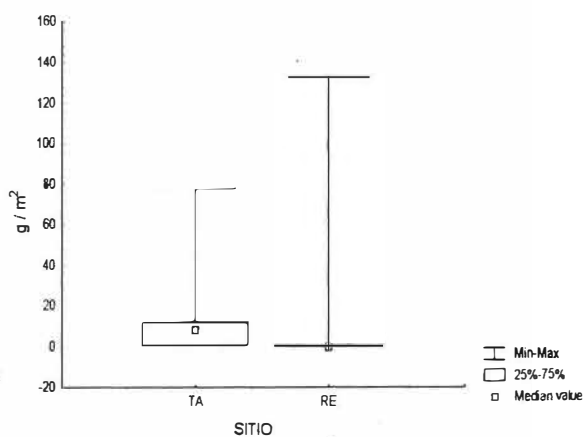


Fig. 6- Variación de la biomasa por m² para *Pteridium* según sitio. TA: Talado, RE: Regenerado

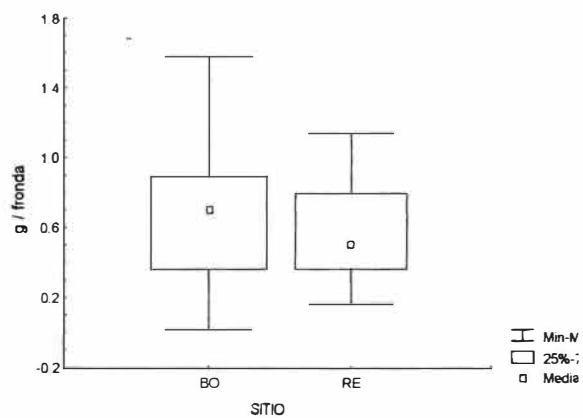


Fig. 7. Variación de la biomasa por fronda para *Elaphoglossum* según sitio. BO: Bosque, RE: Regenerado.

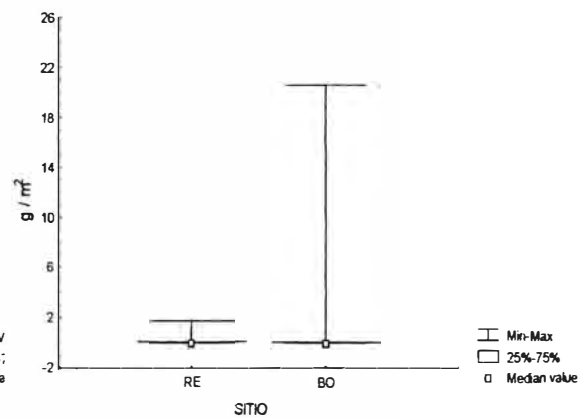


Figura 8. Variación de la biomasa/m² para *Elaphoglossum* según sitio. RE: Regenerado, BO: Bosque.

VISITAS DE NECTARÍVOROS A *ESCOBEDIA* SP. Y *LAMOROUXIA LANCEOLATA* (SCROPHULARIACEAE) EN LUGARES CON DIFERENTES CANTIDADES DE FLORES

Gustavo A. Londoño, Jimena Forero-Montaña & Elizabeht Osorio.

Resumen. Las plantas y los polinizadores se encuentran sometidos a distintas presiones de selección. Por ejemplo, la producción de néctar tiene un alto costo energético y para asegurar la fecundación de sus ovúlos las plantas necesitan ofrecer néctar de calidades y cantidades que sean atractivas. Por otra parte, los polinizadores alcanzan su éxito reproductivo maximizando la tasa neta de adquisición de energía. En este trabajo estudiamos la relación entre la abundancia de flores de *Lamorouxia lanceolata* y *Escobedia* sp. con la producción de néctar y con el número de visitas de aves nectarívoras a cada especie. Las visitas fueron más frecuentes en los lugares con mayor abundancia de flores. El volumen total y la concentración promedio del néctar producido por las dos especies fue similar. No ocurrieron diferencias en la producción de néctar en lugares con distintas cantidades de flores así como durante la mañana y la tarde. Las visitas de aves nectarívoras fue más frecuente en los lugares con mayor cantidad de flores.

Palabras Clave: *Escobedia*, *Lamorouxia*, producción de néctar, nectarívoros polinización.

Introducción

La producción de néctar implica un alto costo energético para la planta, el cual constituye una presión de selección que favorece estrategias que maximicen el número de visitas de sus polinizadores con la mínima inversión de energía por parte de la planta (Pyke 1981). Para una planta es ventajoso ofrecer una recompensa que garantice las visitas y el interés los polinizadores. Una abundante oferta de néctar debe ser balanceada por los costos de producción y por las presiones que generan los ladrones de néctar y polinizadores poco eficaces (Bolten & Feinsinger 1976). Por más pequeño que sea el volumen ofrecido por cada flor la cantidad total producida por la planta puede ser atractiva para algunos nectarívoros. La concentración y el volumen del néctar ofrecido por las diferentes especies de plantas varía, pero normalmente la cantidad producida por una flor no es suficiente para saciar a un polinizador (Murcia 2002).

La producción de néctar es gobernada por procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la morfología de la flor, el tamaño del nectario, la edad de la flor y su localización en la planta y por factores externos como la temperatura, la humedad del suelo y la evaporación (Murcia 2002, Rathcke 1992). La calidad del néctar afecta el comportamiento de los polinizadores, por lo cual determina la habilidad competitiva de las plantas por su servicio y como consecuencia influye en las posibilidades de apareamiento y en la transmisión de genes.

La recompensa del néctar determina muchos aspectos del comportamiento de los polinizadores como la frecuencia de visitas a la planta, el número de flores visitadas, el tiempo en cada flor y los movimientos después de dejar la planta. Todo esto influye en el efecto de deposición de polen "función femenina" y, remoción y transferencia de polen "función masculina". La cantidad de polen transferido determina el número de óvulos fecundados y por consiguiente el número de semillas producidas (Rathcke 1992). El comportamiento de forrajeo colibríes y abejas, de dos de los grupos principales de polinizadores, depende de la densidad del recurso, cuando la densidad de flores es alta, los animales tienden a establecer territorios o a concentrar sus movimientos en un área pequeña (Murcia 2002).

En este trabajo estimamos la relación entre la abundancia de flores de *Escobedia* sp. y *Lamorouxia lanceolata* en la producción de néctar y el número de visitas de aves nectarívoras a cada lugar. También comparamos la producción de néctar en cada especie usando plantas focales durante la mañana y la tarde. Escogimos estas especies como objeto de estudio porque las encontramos juntas, sus flores son abundantes y visitadas frecuentemente por nectarívoros.

Metodología

Este estudio lo realizamos en la Estación Biológica de Cuericí, ubicada en la Cordillera de Talamanca, a 2 900 metros de altitud, en Costa Rica. Esta zona corresponde a bosques montañosos altos caracterizados por la dominancia de los robles *Quercus copeyensi* y *Q. costaricensis*. Trabajamos en una zona en estado de regeneración de aproximadamente seis años, dominada por gramíneas y plantas herbáceas.

Elegimos tres lugares con diferente cantidad de flores de *L. lanceolata* y *Escobedia* sp. y los clasificamos como alta (1), media (2) y baja (3) abundancia. En el lugar de alta abundancia tomamos tres plantas de cada especie como focales y en los lugares de baja y media tomamos una planta de cada especie. La tarde previa al muestreo cubrimos tres inflorescencias con mallas de tul de cada planta focal, para impedir que fueran visitadas por polinizadores y robadores de néctar.

Medimos el volumen y la concentración del néctar de cada flor por la mañana a las 9:00 y por la tarde a las 16:00. Las mediciones se hicieron con capilares de 5 y 25 microlitros y las de concentración con un refractómetro. En cada lugar realizamos observaciones continuas desde las 7:30 hasta las 17:00. Durante estas observaciones identificamos las aves nectarívoras que visitaban cada lugar y registramos el número de flores visitas de *Escobedia* sp. y *L. lanceolata*. Para medir la verdadera abundancia de las flores en cada lugar contamos el número de flores abiertas de cada especie.

Resultados

Abundancia de flores

El número total de flores fue marcadamente diferente entre los lugares, en el primer lugar fue 365, en el segundo 127 y en el tercero 96. El total de flores de cada especie también fue diferente en cada lugar, *L. Lanceolata*/*Escobedia* sp las cantidades encontradas fueron: 65/300, 103/24, y 9/87, respectivamente

Comparación de la producción de néctar entre las dos especies

La mayor producción de néctar (volumen total y concentración promedio de azúcar) ocurrió en el lugar de mayor abundancia de flores. El volumen y la concentración promedio del néctar producido por las dos especies fue similar. En *L. lanceolata* el volumen total promedio fue 10.7 ml y la concentración total promedio por flor fue 2.3 % de azúcar. En *Escobedia* sp. el volumen promedio fue 13.4 ml y la concentración promedio 2.3 % de azúcar.

Comparación entre la producción de néctar durante mañana y tarde

La producción de néctar durante la mañana y la tarde fue diferente en las dos especies. En *L. lanceolata* no se presentó diferencia consistente en el volumen y la concentración de néctar producido durante la mañana y la tarde (Fig. 1 y 2).

En *Escobedia* sp. la producción fue similar, sin embargo se presentó una tendencia a aumentar el volumen y la concentración del néctar en horas de la tarde (Fig. 3 y 4).

La producción de néctar de las dos especies fue mayor en los lugares de alta densidad. Sin embargo en las dos especies ocurrió variación dentro de cada individuo, entre y dentro de los lugares (Cuadros 1 y 2).

Visitas de aves nectarívoras a los lugares

Las visitas a *Escobedia* sp también fueron más altas en el lugar con mayor abundancia de flores de esta especie. Las visitas a esta especie fueron realizadas por dos especies de colibríes, *Colibri thalassinus* y *Panterpe insignis* (Fig. 5). El mayor número de visitas a *L. lanceolata* ocurrió en el lugar con mayor abundancia de flores de esta especie. estas visitas fueron realizadas en su mayoría por *Selasphorus flammula* (Fig. 6).

Discusión

El aumento en el volumen y la concentración de néctar entre la mañana y la tarde en *Escobedia* sp. puede explicarse por factores ambientales, como la temperatura y la cantidad de luz solar, que aumentaron después de la primera medición del néctar (Rathcke 1992). Este aumento fue mayor en los lugares con menor número de flores, lo cual sugiere que éstos producen néctar más atractivo como recompensa para los polinizadores, respecto a parches con mayor cantidad de flores, que son más conspicuos y ofrecen más volumen por tener mayor cantidad de flores.

La estrategia utilizada por *L. lanceolata* parece ser diferente, ofreciendo una recompensa de néctar poco variable durante el día. Esta estrategia asegura visitas frecuentes que aumentan la deposición, remoción y transferencia de polen y de esta forma el número de semillas producidas (Rathcke 1992).

En las dos especies estudiadas se encontró variación en la producción de néctar a nivel individual. Esto se ha encontrado en algunas especies de plantas tropicales que muestran variaciones extremas en la producción de néctar. Esta variación intra-individual donde dentro de cada individuo muchas flores no producen néctar y pocas producen una alta cantidad de néctar se ha llamado “bonanza-vacío” (Feinsinger 1978) y se ha propuesto como un mecanismo que favorece una alta tasa de visitas mientras que mantiene costos bajos de producción de néctar. Este patrón sería el resultado de una o más estrategias de secreción de néctar, a saber: (1) unas flores producen néctar y otras no (Feinsinger 1983 Bell 1986), (2) todas las flores producen una cantidad similar de néctar, pero por un tiempo limitado inferior a la vida de la flor y de forma asincrónica, de modo que en un momento dado sólo una fracción de las flores secreta néctar; (3) todas las flores secretan néctar todo el tiempo, pero mientras unas producen grandes cantidades, otras producen muy poco (Cobert & Willmer 1981, Feinsinger 1983, Opler 1983); (4) en especies cuyas flores duran más de un día la producción de néctar varía con la edad (Brink & deWet 1980, Schemske 1980, McDade 1992), en un momento dado pueden haber flores de diferentes edades.

Desde el punto de vista del forrajeador, las plantas que ofrecen una recompensa de néctar constante son visitadas un mayor número de veces durante el día, pero el número de flores visitadas en cada recorrido es menor, como ocurrió en *L. lanceolata*. La oferta

excesiva puede saciar al polinizador en una sola flor y hacer que éste se detenga a digerir el néctar (Murcia 2002).

Por el contrario, el número de visitas a las plantas que ofrecen una recompensa de néctar impredecible es bajo, porque el forrajeador se ve obligado a visitar varias flores para saciarse. La estrategia funciona siempre y cuando el volumen promedio por flor sea suficiente para compensar en el animal los costos invertidos en la búsqueda del alimento, de otro modo, el animal puede ignorar a la planta (Rathcke 1992).

El número de flores visitadas de *L. lanceolata* y *Escobedia* sp. fue más frecuente en los lugares con mayor cantidad de flores, ya que en éstos el volumen total del néctar ofrecido es mayor que en un lugar con menor cantidad de flores. Adicionalmente, la variación individual en el volumen y la concentración de néctar se ve reducida con la presencia de individuos de la misma especie.

En plantas herbáceas, como éstas, que crecen en combinaciones mixtas y densas la frecuencia de visitas es independiente de la cantidad de néctar por flor (Pyke 1981, Zimmerman 1988). Esto sugiere que el forrajeador percibe el conjunto de flores y no cada flor individualmente, lo cual pudo afectar el número de visitas a cada especie ya que los vecindarios de los lugares estudiados eran diferentes.

El número total de flores visitadas fue diferente en las dos especies. Esto se puede explicar por la calidad del néctar ofrecido y su constancia a lo largo del día. La ausencia de visitas a individuos de *Escobedia* sp. en el lugar de abundancia media se puede deber a que éste estaba siendo visitado por un individuo de *Selasphorus flammula* el cual por su fenotipo no podía adquirir el néctar de *Escobedia* sp.

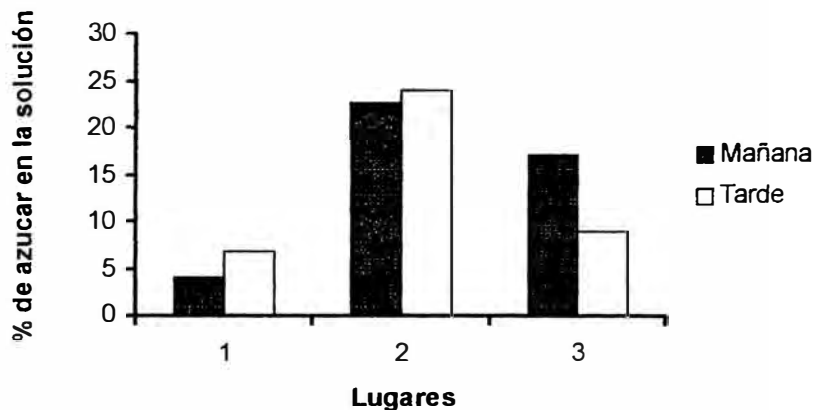


Fig. 1. Variación en la concentración de néctar en *Lamorouxia lanceolata* entre y dentro de parche.

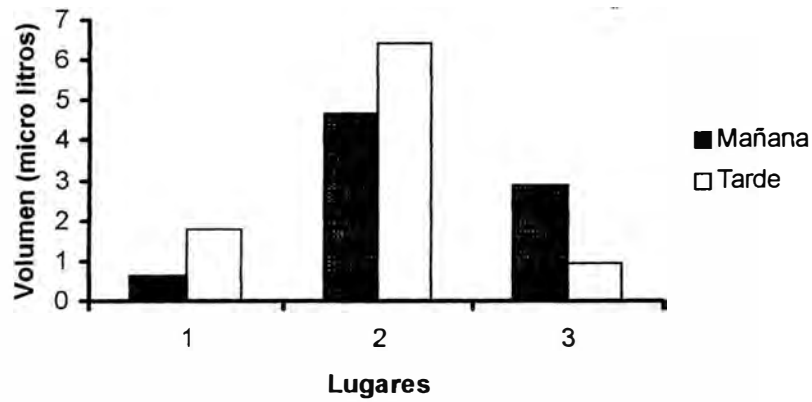


Fig. 2. Variación en el volumen de néctar en *Lamorouxia lanceolata* entre y dentro de parche.

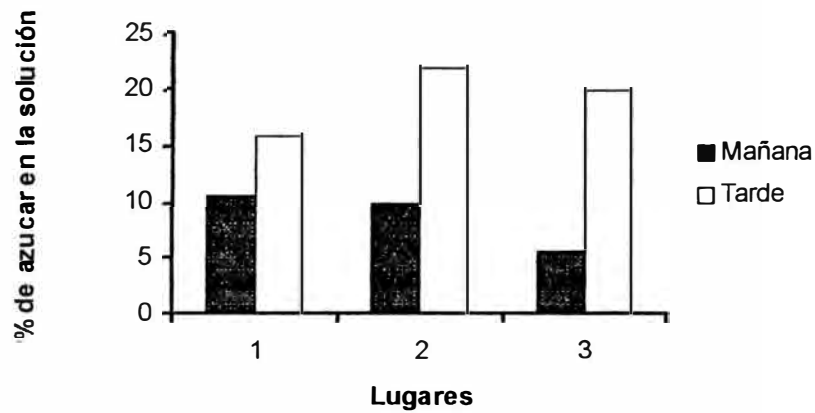


Fig. 3. Variación en la concentración de néctar en *Escobedia* sp. entre y dentro de parche.

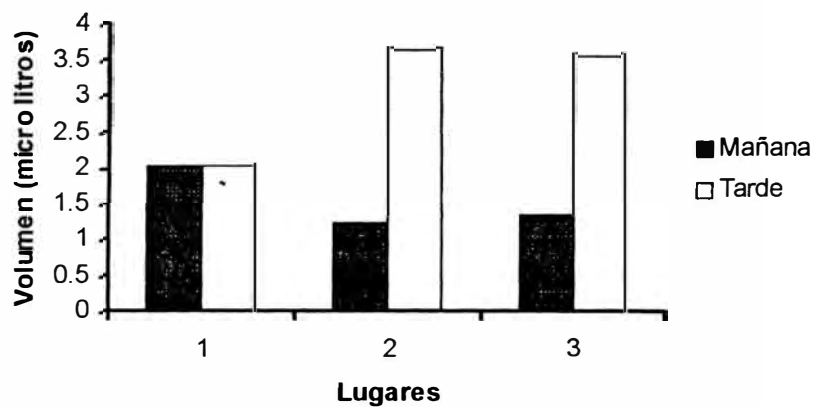


Fig. 4. Variación en el volumen de néctar en *Escobedia* sp. entre y dentro de parche.

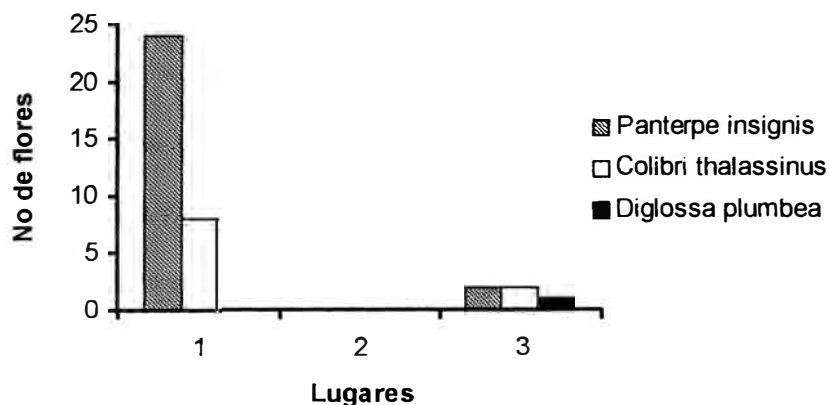


Fig. 5. Numero de flores visitadas por distintas especies de aves nectarívoras en los distintos parches de *Escobedia* sp.

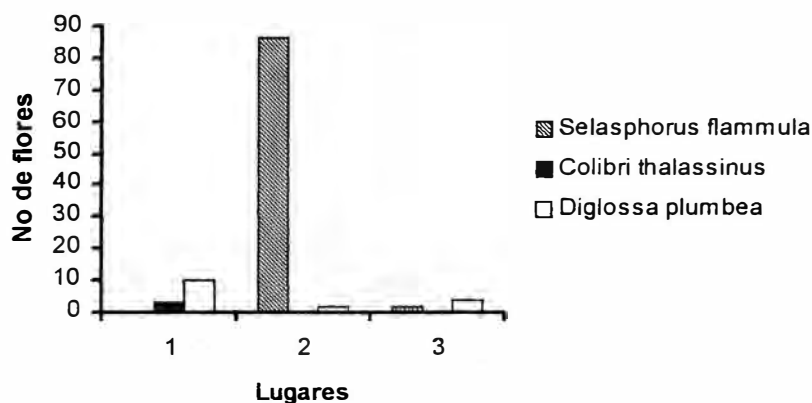


Fig. 6. Numero de flores visitadas por distintas especies de aves nectarívoras en los distintos parches de *Lamorouxia lanceolata*.

Cuadro 1. Variación en la oferta de néctar de *Lamorouxia lanceolata* en cada sitio durante la mañana.

Individuo	Flor	Lugar	Volumen promedio (ml)	D.S.	% de azucar promedio	D.S.
1	1	3	4.1	4.7	8.5	9
1	1	2	24.4	10	16.8	10
1	1	1	0	0	0	0
1	2	2	26.7	27	17.0	11
1	2	1	3.9	5.2	8.3	11
1	3	2	27.6	27	17.3	11
1	3	1	4.6	6.7	8.3	11
1	4	2	29.4	27	16.6	10
2	1	1	4.5	2.1	19.0	0.6
2	2	1	0	0	0	0
2	3	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0

Cuadro 2. Variación en la oferta de néctar de *Escobedia* sp. en cada sitio durante la mañana.

Individuo	Flor	Lugar	Volumen promedio (ml)	D.S.	% de azúcar promedio	D.S.
1	1	3	4.4	5.8	8.0	9.6
1	1	2	23.3	10	17.5	10
1	1	1	4.7	6.7	0	0
1	2	3	9.0	0	17.6	0
1	2	2	25.1	21	20.8	8.8
1	2	1	4.7	6.7	9.6	12
1	3	3	6.4	5.4	12.0	9.1
1	3	2	28.1	8.8	17.0	8.8
1	3	1	0	0	0	0
1	4	2	28.7	21	10.0	8.7
2	1	3	7.6	4.9	14.2	8.2
2	1	1	4.8	6.8	9.6	12
2	2	3	6.9	4.6	14.7	8.4
2	2	1	5.3	6.8	10.3	12
2	3	3	6.8	4.6	15.3	8.8
2	3	1	5.1	6.6	10.4	12
3	1	1	17.0	6.4	23.1	4.4
3	2	1	5.5	2.1	27.0	2.8
3	3	1	3.0	0	9.7	14

Literatura citada

- Bell, G. 1986. The evolution of empty flowers. *Journal of Theoretical Biology* 118: 253-258.
- Bolten, A. B. & P. Feinsinger. 1976. Why do hummingbird flowers secrete dilute nectar? *Biotropica* 10: 307-309.
- Brink, D. & J. M. J. DeWet. 1980. Interpopulation variation in néctar production in *Aconitum columbianum* (Ranunculaceae). *Oecologia* 47: 160-163.
- Cobert, S. A. & P. G. Willmer. 1981. The néctar of *Justicia* and *Columnnea*: Composition and concentration in a humid tropical climate. *Oecologia* 51: 412-418.
- Feinsinger, P. 1978. Ecological interactions between plants and hummingbirds in a successional tropical community. *Ecological Monographs* 48: 269-287.
- Feinsinger, P. 1983. Variable nectar secretion in a *Heliconia* species pollinated by hermit hummingbirds. *Biotropica* 15: 48-52.
- McDade, L. A. 1992. Pollination relationships, biogeography, and phylogenetics. *BioScience* 42: 21-26.
- Murcia, C. 2002. Ecología de la polinización. Pp. 493-521. En, Guariguata M. R. & Kattan H.G. (eds). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales* Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Opler, P. A. 1983. Nectar production in a tropical ecosystem. Pp. 30-79 en B. Bentley & T. Elias, (eds). *The Biology of Nectaries*. Columbia University Press, Columbia.
- Pyke, G. H. 1981. Optimal nectar production in a hummingbird pollinated plant. *Theoretical Population Biology* 20: 326-343.
- Rathcke, B. J. 1992. Nectar Distribution, Pollinator Behavior, and Plant Reproductive Success. Pp. 114-132. En, Hunter M. K., Ohgushi t., & Price P. W. (eds.). *Effects of resource distribution on animal-plant interaction* Academic Press, California.

- Schemske, D. W. 1980. Floral ecology and hummingbird pollination of *Combretum farinosum* in Costa Rica. *Biotropica* 12: 169-181.
- Zimmerman, M. 1988. Nectar production, flowering phenology, and strategies for pollination. Pp. 157- 178. En, J. Lovett Doust and L. Lovett Doust, (eds.). *Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies*. Oxford University Press, New York.

PARA TI PEGAJOSO, PARA MI SABROSO: INTERACCIÓN *ESCOBEDIA* SP. Y UN CHINCHE DE LA FAMILIA MIRIDAE

Luciana Elizalde, Delicia Pino, Marcelo Ardón

Resumen. Los chinches de la familia Miridae (Heteróptera) se encuentran asociadas a las hojas jóvenes de *Escobedia* sp., planta que presenta tricomas glandulares. El objetivo de este trabajo fue determinar las causas de esta asociación. Para esto se colocaron chinches con tres tipos de hojas de *Escobedia* sp. unas sin la pubescencia ni la secreción glandular, otras solo sin la secreción glandular y otras sin tratar. En otro experimento, se les dio a los chinches para elegir entre una gota de agua y una gota de la secreción glandular. Tanto los chinches adultos como los jóvenes se dirigieron con frecuencia significativamente mayor a las hojas de *Escobedia* no tratadas y se acercaron con una mayor frecuencia a las gotas con secreción. Estos resultados junto con nuestras observaciones demuestran que el chinche se alimenta de la planta y que utiliza la secreción glandular de los tricomas como orientación hacia la planta. Nuestros resultados también sugieren que el chinche puede utilizar la secreción glandular como alimento o como defensa ante predadores y parasitoides.

Palabras Clave: *Escobedia* sp., Especialización, Herbivoría, Tricomas Glandulares.

Introducción

En su artículo clásico Hairston *et al.* (1960) concluyen que el mundo es verde debido al control de los depredadores sobre los herbívoros. Pero Hairston *et al.* (1960) se equivocaron al asumir que todas las plantas son iguales. Desde entonces numerosos estudios han investigado las adaptaciones de las plantas para combatir a los herbívoros.

La mayor presión de selección para la evolución de defensas en la plantas se debe a consumo por insectos (Coley 1987). Las plantas pueden utilizar defensas químicas (fenoles), físicas (espinas y tricomas) y una combinación de ambas. Los tricomas se definen como excrecencias epidérmicas, siendo las más comunes los pelos (Holdridge y Poveda 1975). En el caso de las plantas de tomate, se ha reportado que la presencia de tricomas sirve como una defensa contra herbivoría (Orians *et al.* 2002). Por ejemplo las hembras de las moscas blancas que intentan posarse para oviponer en plantas con tricomas glandulares, frecuentemente quedan atrapadas y mueren en el exudado pegajoso secretado por las glándulas (Strauss y Zangerl 2002). Muchos insectos han superado ese tipo de defensas de las plantas, ya que la presión de selección también puede generar un ajuste en la fisiología de estos herbívoros, maximizando la eficiencia de alimentación y de encuentro de las plantas huéspedes, llevando a la especialización en esa planta en particular (Strauss y Zangerl 2002).

El presente proyecto trata de la interacción entre un aparente herbívoro especialista, un chinche de la familia Miridae y la planta *Escobedia*. La planta *Escobedia* presenta tricomas glandulares (obs. pers.) con una secreción pegajosa en el tallo, hojas y flores. Al inspeccionar la planta observamos numerosos insectos muertos y en diferentes estados de descomposición pegados a la planta. La planta presenta muy pocas señales de herbivoría en las hojas y flores de la planta. Esta información nos sugiere que la presencia de tricomas y sus secreciones sirven para reducir la herbivoría.

El chinche se moviliza por la planta sin mayor dificultad y se le observó insertando la probosis tanto en la lamina foliar como en las glándulas al final de los tricomas. A pesar de su pequeño tamaño estos insectos podrían, en relación con su

peso, consumir más cantidad de compuestos vegetales que los insectos masticadores de mayor tamaño (Strauss y Zangerl 2002). El objetivo de este proyecto es determinar si los tricomas de *Escobedia* representan una barrera para la alimentación de savia del chinche o si utilizan la secreción de los tricomas glandulares para alimentación.

Materiales y Métodos

Este estudio se realizó durante el mes de enero de 2003 en un bosque nuboso montano, en la Estación Biológica de Cuericí, localizada en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica, a 2800 msnm.

En un área de crecimiento secundario colectamos hojas del tercer verticilo desde el meristema apical de *Escobedia* sp. que tratamos de dos formas: se les removieron los pelos glandulares utilizando un bisturí y con agua tibia se lavó la superficie foliar hasta que no fuera pegajosa (Tratamiento 1). Otro grupo de hojas se lavó con agua tibia hasta que perdieran la sustancia pegajosa (Tratamiento 2). Cortamos discos de 50 mm de diámetro de ambos tipos de hojas, y de hojas sin ser tratadas (control). Colectamos Heterópteros de la Familia Miridae que se encontraron sobre las hojas más jóvenes de *Escobedia* sp. colocamos discos de cada tratamiento y del control provenientes de hojas de la misma planta en forma equidistante en una cápsula de Petri. Como se encontraron adultos y ninfas juntos en el campo colocamos 2 ninfas y 2 adultos por cápsula (N = 9 cápsulas). Observamos durante una hora el comportamiento de los chinches, registrando a qué tratamiento se aproximaban, el tiempo que tardaban en llegar y la conducta que presentaban sobre la hoja (si se alimentaban o se quedaban quietas sobre las hojas).

Para determinar si los chinches obtienen un beneficio adicional de las glándulas, efectuamos otro experimento en el que se extrajo la secreción de los tricomas. Utilizamos un bisturí para romper los tricomas y un capilar para extraer la secreción, que fue diluida con una pequeña gota de agua ya que era muy viscosa y escasa. Cuando se extrajo suficiente cantidad como para formar una gota, se colocó una gota de agua y una gota de esta secreción en las mismas cápsulas de Petri con los chinches, pero luego de removerles los discos de hojas. Consideramos el tiempo que les tomó a los insectos llegar a la primer gota y observamos si se alimentaban de ella.

Resultados

Tanto larvas como adultas se acercaron más al control que a cualquiera de los dos tratamientos (Figura 1) (para adultos $X^2 = 16$, $gl = 2$, $p < 0.001$; para ninfas $X^2 = 16$, $gl = 2$, $p < 0.001$). Observamos a ambos estadios alimentarse sobre la hoja, insertando su probosis en ésta, aunque no todos los individuos se alimentaban al mismo tiempo.

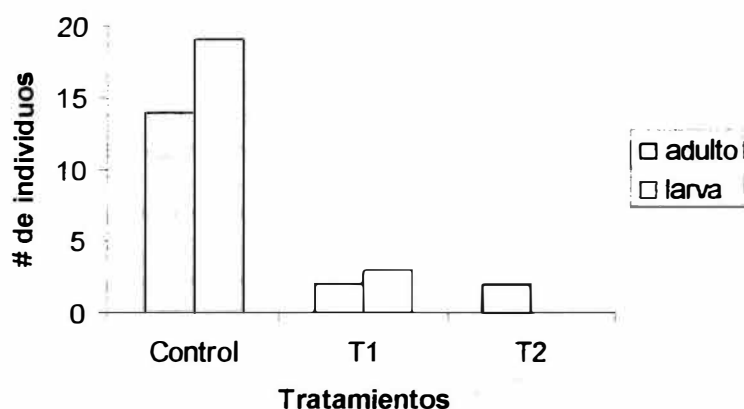


Fig. 1: Presencia de chinches adultos y juveniles en cada tratamiento (control = hoja de *Escobedia* sp. sin modificaciones, T1 = lavado y extracción de pubescencia y T2 = lavado de secreción).

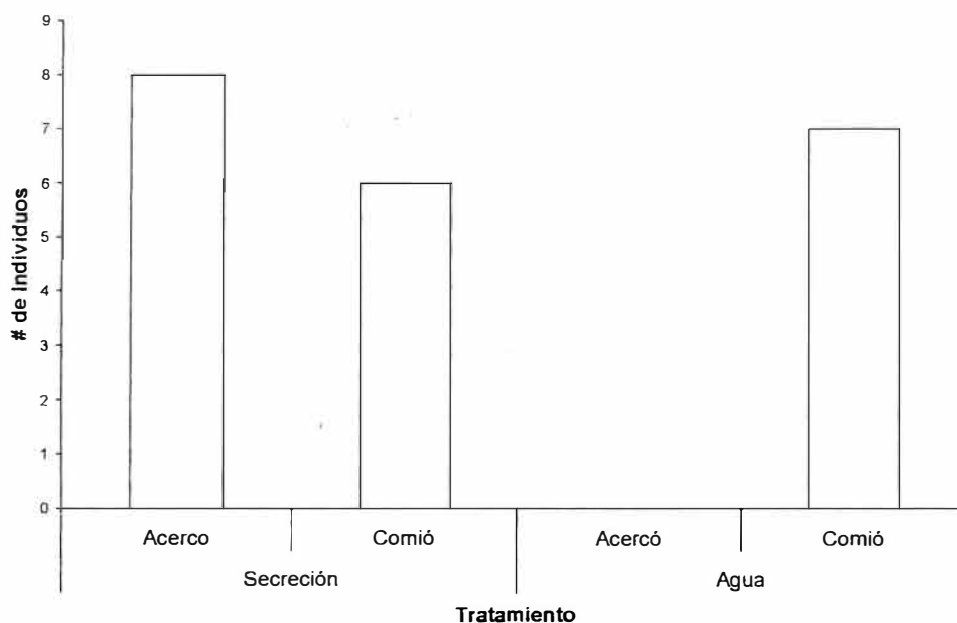


Fig. 2: Número de chinches que se acercaron o comieron de la gota con secreción de *Escobedia* o la gota de agua ofrecida.

Los chinches comieron en igual proporción de la gota agua y de la gota de agua con secreción (Fig. 2) ($X^2 = 0.076$, gl = 1 y $p = 0.78$). En cambio, si se considera las veces que se acercó a la gota con secreción sumadas a las que se alimentó, los chinches se acercaron más a la gota de secreción ($X^2 = 6.46$, gl = 1 y $p = 0.01$).

Discusión

La preferencia marcada de los chinches de la familia Miridae hacia las hojas de *Escobedia* sp. sin tratar (Fig. 1), y la mayor orientación (es decir visitas y veces que

comió el chinche) hacia la gota con secreción (Fig. 2) sugiere que el chinche está utilizando las secreciones como método de orientación hacia la planta. El hecho que un 30 % de las veces se haya dirigido al agua puede estar relacionado con el diseño experimental ya que previo a ofrecerles las gotas de secreción y agua a los chinches se los mantuvo sin agua, por lo que podrían encontrarse relativamente deshidratadas. Van Dam y Hare (1998) reportaron que el herbívoro *Tupiocoris notatus* utiliza las secreciones glandulares de los tricomas como señal para atacar a un morfo de la planta *Datura wrightii*. En general, Strauss y Zangerl (2002) han propuesto que parte del proceso de especialización depende de la utilización de señales específicas de plantas huésped para mejorar la eficacia del procesamiento de información en un ambiente complejo.

Las mayores concentraciones de los adultos y las ninfas en las hojas jóvenes (que son las más pegajosas o con más secreción) que observamos en el campo y las observaciones de que los chinches no sólo chupaban la savia de las hojas sino que ingerían la secreción de los tricomas sugieren que el chinche también podría estar utilizando las glándulas para nutrición. El por qué utilizan este compuesto es desconocido, aunque surgen varias hipótesis como por ejemplo, que lo utilicen de alimento para incorporarlo en el cuerpo graso y servirle de defensa contra depredadores si la secreción es tóxica, o como micronutriente si no lo es. Otra importante consecuencia de que el chinche viva en las hojas más pegajosas, es la posible defensa que obtendría contra predadores y parasitoides, los cuales podrían correr el riesgo de quedarse pegados en las hojas con tricomas glandulares. Esto se sustenta con las observaciones de una gran cantidad de insectos pegados en la superficie de las hojas jóvenes. Nuestros datos apoyan la teoría de Jeffries y Lawton (1984) de “espacios libres de enemigos”, donde plantean que la evolución de la especialización por los herbívoros en una planta se debe a la habilidad de éstas para proteger a los mismos de sus enemigos naturales más que en la calidad nutricional. Este argumento es más explicativo en el caso de insectos que se encuentran sólo en un subgrupo de las plantas sobre las que se pueden alimentar (Strauss y Zangerl 2002).

Nuestros resultados sugieren que este chinche de la familia Miridae ha logrado utilizar características que normalmente sirven para reducir los ataques de herbivoría para su beneficio, utilizándolas como señal para su orientación y posiblemente también como alimento. Aunque no se han realizado intensas búsquedas de estos chinches en otras plantas además de *Escobedia* sp., se cree que la posibilidad de que la chinche presente adaptaciones para vivir en esta planta es muy probable.

Bibliografía

- Coley P. D. 1987. Patrones en las defensas de las plantas: Porqué los herbívoros prefieren ciertas especies?. *Revista de Biología Tropical* :155-159
- Jeffries M.H. y J.H. Lawton. 1984. Enemy free space and the structure of ecological communities. *Biological J. of the Linnean Society*, 23: 269-286.
- Hairston, N.G., F.E. Smith y L.B. Slobodkin. 1960. Community structure, population control and competition. *American Naturalist* 94: 421-425
- Holdridge, L.R. y L.J. Poveda. 1975. *Árboles de Costa Rica. Volumen 1. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica.*
- Orians, C.M., M. Ardón y B.A. Mohammad. 2002. Vascular architecture and patchy nutrient availability generate within-plant heterogeneity in plant traits important to herbivores. *American Journal of Botany*. 89:270-278.

- Strauss S.Y. y A.R. Zangerl. 2002. Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems. Pp. 77-108. En: *Plant-Animals Interactions: an evolutionary approach*. Eds: Herrera C.M. y O. Pellmyr. Blackwell Science.
- Van Dam, N.M. y J.D. Hare. 1998. Differences in distribution and performance of two sap-sucking herbivores on glandular and non-glandular *Datura wrightii*. *Ecological Entomology* 23: 22-32.

¿LOS ESCOGEN SUAVES Y HÚMEDOS? SELECCIÓN DE TRONCOS CAÍDOS POR ESCARABAJOS DE LA FAMILIA PASSALIDAE (COLEOPTERA).

Ruth Percino-Daniel, Monica Olazaba Loayza y Rosalia Pariña Cardoso.

Resumen. Evaluamos si las características de dureza y humedad son importantes en la selección de los troncos caídos para la habitación de escarabajos Passalidos. Revisamos 30 troncos caídos a lo largo del sendero principal de la Estación Biológica de Cuercí. Registramos la presencia de escarabajos adultos y larvas dentro de los troncos y medimos la dureza, el porcentaje de humedad, ancho y largo de todos los troncos caídos. Encontramos que los Passalidos se distribuyen en un amplio rango de dureza y no tienen una preferencia por un intervalo específico. Así también los escarabajos estuvieron presentes en un amplio rango de humedad, sin embargo, se observó una tendencia a concentrarse en un intervalo limitado de humedad. No se observó una preferencia por el tamaño del tronco. Por lo que sugerimos que otros factores además de la humedad probablemente estén influyendo en la ocupación de los troncos caídos, como la disponibilidad de troncos en el bosque de *Quercus* que no implica necesariamente la selección por algún tronco en particular. Adicionalmente presentamos algunas observaciones descriptivas de las galerías existentes en los troncos.

Palabras Clave: Troncos caídos; selección de microhábitat; familia Passalidae.

Introducción

Los escarabajos de la familia Passalidae viven en troncos caídos, formando grupos familiares, en los que la progenie inmadura permanece con los padres (Schowalter 2000). En los troncos caídos construyen túneles (Price 1997), hechos en su mayoría por adultos (Shuster y Shuster 1997). La formación de grupos familiares, les provee de beneficios, tales como la protección y alimento a sus huevos y larvas, acelerando el desarrollo juvenil e incrementando el grado de sobrelape entre las generaciones. Además de la contribución del alimento a su progenie, el macho libera esperma de forma repetitiva en varias cópulas y hay una defensa del macho por su hembra contra otros machos (Shuster y Shuster 1997).

Uno de los factores que se considera importante en el origen de esta complejidad social, es la habitación de los troncos caídos por adultos y larvas, por distintas razones: son fuente de alimento para los adultos y su progenie, se facilita la transmisión de microorganismos a sus larvas y pupas para la asimilación de nutrientes retenidos en la madera y brinda protección contra depredadores y daños mecánicos (Shuster y Shuster 1997). En este proyecto intentamos determinar si hay selección de troncos caídos por los escarabajos para su habitación. Esperábamos que la humedad y dureza de los troncos caídos fueran factores importantes en la selección. Es decir, que el establecimiento de escarabajos en los troncos fuera posible únicamente en un intermedio de dureza y humedad, ya que la construcción de túneles en troncos duros sería más costoso en comparación a troncos que se encuentran bajo cierto grado de descomposición. Así también, los troncos muy descompuestos no permitirían la construcción de túneles y obtención de alimento. También suponíamos que a mayor tamaño de los troncos habría más de un grupo familiar reflejándose en un mayor número de individuos de escarabajos en los troncos caídos.

Materiales y Métodos.

El presente trabajo lo realizamos en la Estación Biológica de Cuericí, Cordillera de Talamanca, en enero del 2003. Para determinar la presencia de escarabajos adultos y larvas, revisamos 30 troncos caídos de roble (*Quercus* sp.) a lo largo del sendero principal de la Estación Biológica en la zona de Bosque montano de roble (*Quercus* spp.). Los troncos fueron seleccionados al lado del camino dentro de un rango de longitud de 0.50 m a 2.50 m. Medimos la dureza del tronco utilizando un penetrómetro con un peso de 450 gr (Fig. 1), el cual dejábamos caer desde una altura de 48.5 cm, en la parte inferior y superior del tronco, registrando cuanto había penetrado el tubo de aluminio en el tronco. Tomamos muestras con un peso de 50 gr y 10 gr de todos los troncos caídos revisados. Las muestras fueron tomadas en la zona donde encontrábamos a los escarabajos (adultos y larvas) y en ausencia de ellos tomábamos de la parte media del tronco. Calculamos el porcentaje de humedad en laboratorio, mediante la formula: peso húmedo menos peso seco / peso húmedo. Finalmente, medimos el ancho de abdomen (ab) y longitud de elítrio (lh) de los adultos, estimando el volumen de los individuos con la siguiente formula: $\pi/6 * ab^2 * lh$ (Macías-Ordóñez y Draud *en prep.*) para distinguir la existencia de mas de una especie en los troncos. En el caso de larvas solo medimos la longitud. Adicionalmente, realizamos observaciones descriptivas sobre las características de las cavidades hechas por los escarabajos. Realizamos pruebas no paramétricas de comparación de rangos Mann-Whitney de la dureza y humedad con la presencia y ausencia de escarabajos adultos y larvas. En el caso de la humedad también aplicamos una prueba de comparación de igualdad de varianzas (Zar 1999).

Resultados

De los troncos caídos muestreados, encontramos en 15 de ellos escarabajos, tanto adultos como larvas. En ambos casos, la presencia de escarabajos puede ir desde troncos muy duros hasta blandos, no hay un intervalo en el cual ellos prefieran establecerse (adultos $U = 93.5$, $N = 30$, $P = 0.43$; larvas $U = 0.78$, $N = 30$, $P = 0.78$) (Fig. 2a, 2b). Tampoco hubo preferencia de escarabajos por troncos más húmedos (adultos $U = 72.5$, $N = 30$, $P = 0.097$; larvas $U = 63.5$, $N = 30$, $P = 0.25$). Sin embargo observamos un amplio rango de humedad en el cual no se encontraron escarabajos adultos ni larvas (Fig. 3a, 3b), y dentro de este se podemos observar la presencia de ambos, en un intervalo estrecho de humedad del 35 al 65 % (adultos $F = 7.41$, $N = 30$, $P = 0.0005$; larvas $F = 4.44$, $N = 30$, $P = 0.050$). No observamos una tendencia de preferir troncos de algún tamaño (adultos $U = 107$, $N = 30$, $P = 0.81$; larvas $U = 71$, $N = 30$, $P = 0.42$) (Fig. 4). El volumen promedio corporal de los escarabajos adultos fue de $6.2 \text{ mm}^3 \pm 0.94$ de una sola especie.

Descripción de las galerías. Las galerías encontradas contenían la característica de presentar material fresco de restos del tronco y de uno a dos adultos además de larvas (una a tres). En todos los casos observamos que la posición de los escarabajos adultos y larvas fue paralela a lo largo del tronco con huecos de ingreso en sentido transversal al mismo. Tanto el largo como la profundidad de los mismos es variable. En algunos troncos encontramos larvas acompañadas de adultos, aunque no pudimos identificar la presencia de más de un núcleo familiar.

Discusión

El rango de dureza de los troncos revisados es muy amplio, y la presencia de escarabajos en estos, no difiere de aquellos donde no se encontraron. Esto indica que esta variable no es importante para que los escarabajos decidan establecerse en los troncos, ya que encontramos troncos relativamente duros habitados por *Passalidos*. En lo que se refiere al factor humedad sugerimos que éste podría ser importante, debido a que los escarabajos se encontraron en troncos caídos en cierto intervalo de humedad, lo que les facilita la descomposición de la madera para la construcción de sus túneles. Por otra parte, es muy probable que la disponibilidad de troncos caídos en el bosque sea un factor que se debe tomar en cuenta y que no se considero en el estudio.

Nuestros resultados sugieren que en la estación Cuerici la abundancia de recursos es alta, ya que en la mitad de los troncos revisados no se encontraron *Passalidos*. Algunos autores proponen que cuando el recurso no es limitado, habría una selección (R. Macías com. pers.), es decir, que en sitios con gran cantidad de troncos caídos disponibles para ser ocupados, los escarabajos tendrían que hacer una selección de ellos, escogiendo troncos que les brinde las mejores características microambientales. Por lo tanto estos sugiere que seleccionan troncos con rango intermedio de humedad del 35 al 65%. Finalmente, las observaciones adicionales, mostraron que la humedad del suelo fue alta cuando los troncos eran relativamente duros, lo que nos hace suponer que a medida que los escarabajos llegan a colonizar un tronco, estos inician la construcción de sus galerías por la parte de abajo.

Bibliografía

- Macías-Ordóñez, R. y M. Draud. En preparación. A convenient and accurate estimate of body size. Sometido a *Ethology Ecology & Evolution*.
- Price, P.W. 1997. *Insect ecology*. 3ra Ed. John Wiley & Sons Inc. Nueva York. Estados unidos de America.
- Schowalter, T. D. 2000. *Insect ecology. An ecosystem approach*. Academic Press. San Diego California. Estados unidos de America.
- Shuster, J.C. y L. B. Shuster. 1997. The evolution of social behavior in *Passalidae* (Coleoptera). Pp: 260-269. En Choe, J.C. y B. J. Crespi (Eds.). *Social behavior in Insects and Arachnids*. Cambridge, University Press. Cambrige Reino Unido.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4ta. Edición. Prentice-Hall Inc. Nueva Jersey Estados unidos de America.

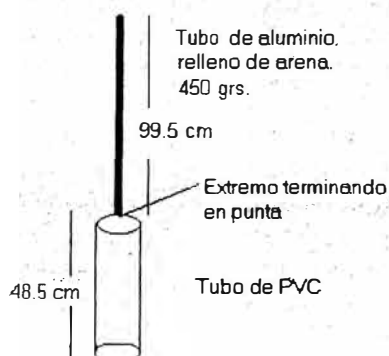


Fig. 1. Esquema del penetrómetro empleado para medir la dureza en troncos caídos.

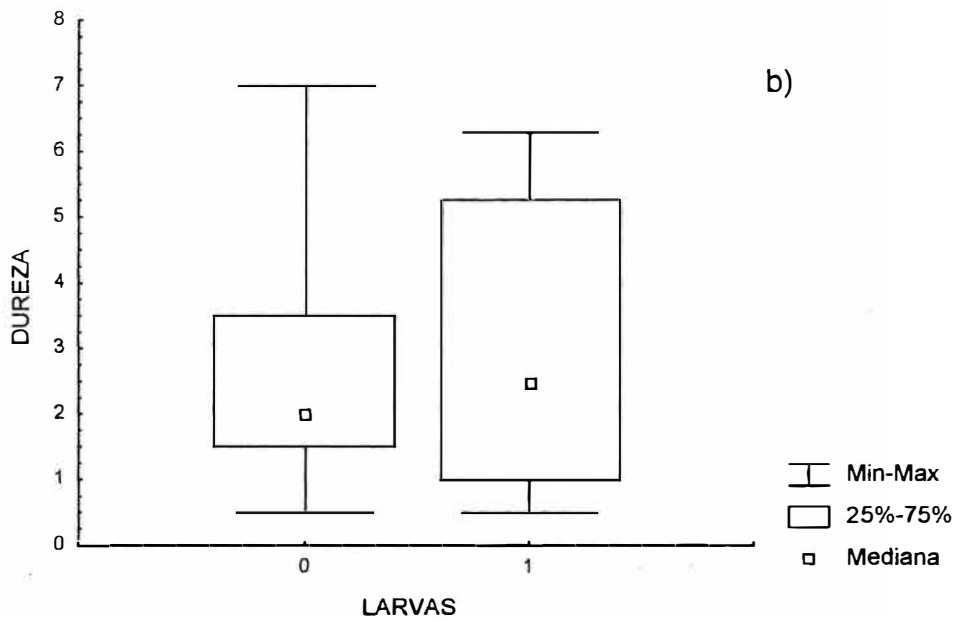
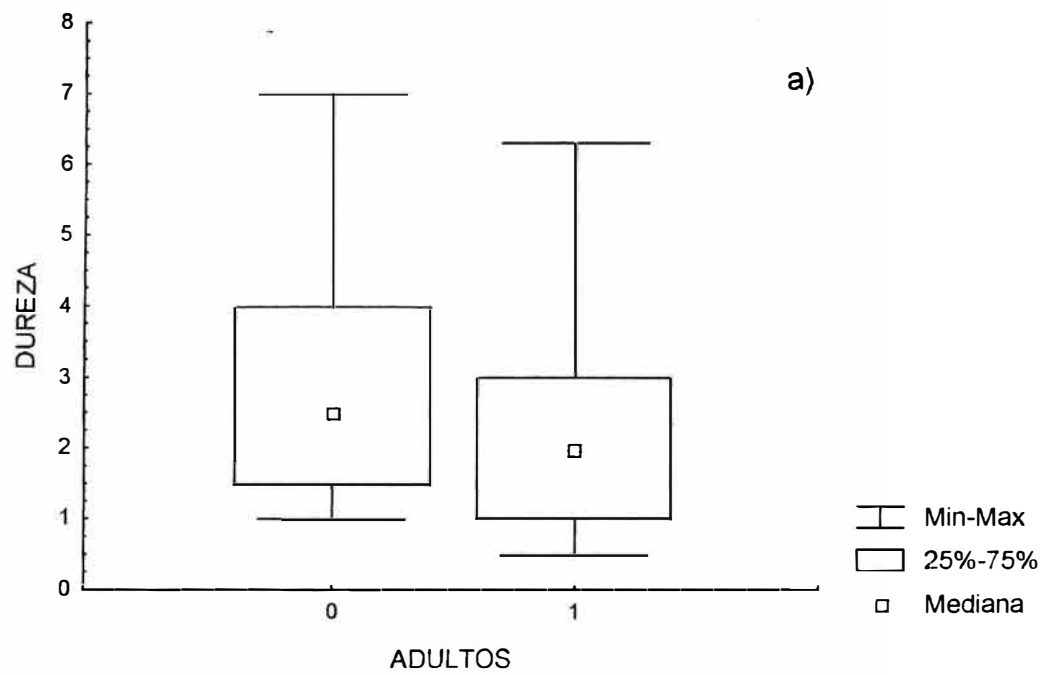


Fig. 2. Presencia de escarabajos Passalidos en troncos en un gradiente de dureza (ver método). 0: ausencia. 1: presencia.

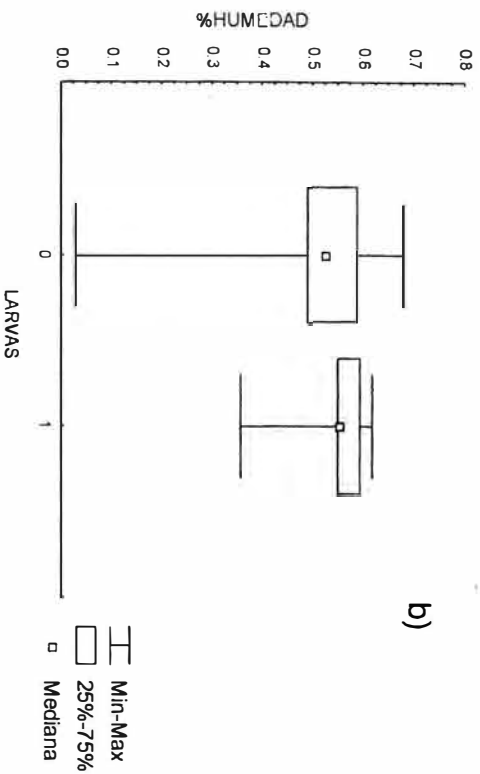
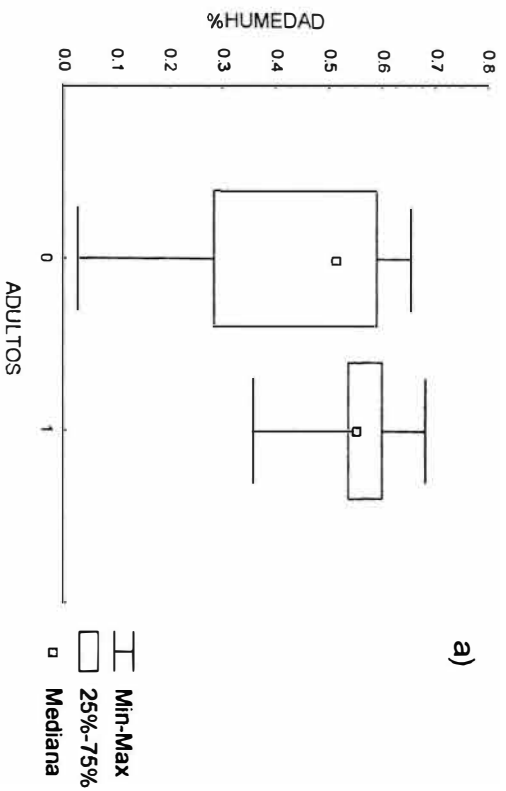


Fig. 3. Presencia y ausencia de larvas en troncos en un gradiente de humedad. 0: ausencia mm³. 1: presencia.

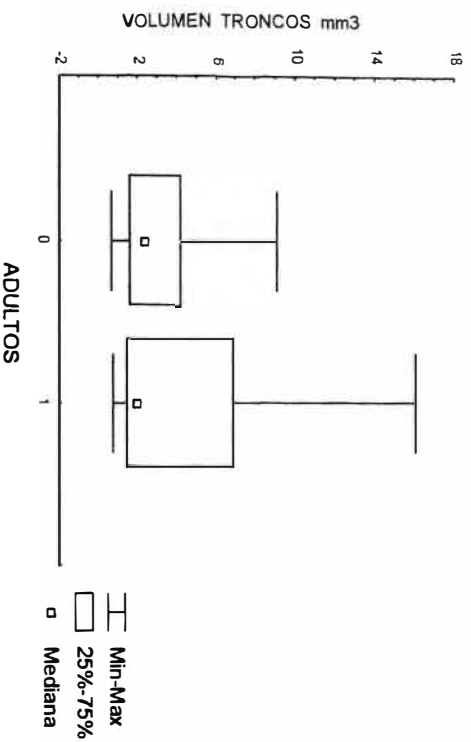


Fig. 4. Presencia y ausencia de escarabajos adultos en troncos de diferentes tamaños. 0: ausencia. 1: presencia.

RESPUESTA DE LOS MACHOS DE *COLIBRÍ THALASSINUS* A LA LLAMADA DE UN INTRUSO DE SU MISMA ESPECIE

Carlos C. Martínez, Evelyn K. Astudillo, Luciano Lopes

Resumen. La familia Trochilidae (colibríes) es un grupo especializado que se alimenta de néctar y son aves generalmente solitarias fuera de la época reproductiva. Muchas especies de colibrí se reúnen en la época reproductiva en agregaciones de machos para hacer despliegues visuales y señales acústicas con el fin de atraer hembras para aparearse (Lek). En otras especies, cada macho se posa a cantar en una percha individual de su territorio, el cual defiende de otros individuos. En nuestro trabajo quisimos probar si *Colibri thalassinus* forma leks o si por el contrario, forma territorios individuales con recursos. Para esto grabamos un individuo macho y se lo mostramos a 11 colibríes, grabamos la vocalizaciones de cada uno de ellos antes, durante y después de la presentación del estímulo. Encontramos que los machos se comportan como una especie territorial para realizar despliegues con intenciones reproductivas y no como un ave que se despliega desde un lek. En presencia de un vecino o un estímulo simulando un vecino, los colibríes aumentaron la frecuencia de sus vocalizaciones, aumentando el esfuerzo por cantar más que si se encontraran sin vecinos.

Palabras Clave: *Colibri thalassinus*, lek, territorio, comportamiento agresivo, interacciones entre machos.

Introducción

Los colibríes son una familia de aves neotropicales que presentan adaptaciones para alimentarse del néctar de las flores aunque pueden consumir pequeños artrópodos (Stiles & Skutch, 1995). La mayoría de machos mantienen territorios para alimentarse y aparearse con un diferente grado de interacciones entre ellos. Se ha sugerido que algunos tienen sus territorios bien definidos y que otros forman asambleas de cortejos, o leks para anunciar su disponibilidad a las hembras por medio de cantos y a veces despliegues aéreos, aunque no bien definidos, ya que los individuos no se ubican cercanos en una arena delimitada (Stiles, 1991). Esta área o pequeño territorio puede ser o no independiente de algún recurso y a veces es defendido de otros machos dentro del lek, pero en los casos más extremos el lek es solamente para despliegues, sin ningún recurso.

El colibrí orejivioláceo verde (*Colibri thalassinus*) es una especie de tierras altas y tamaño medio, sin dimorfismo sexual y de pico ligeramente curvo. Los machos defienden territorios de alimentación en áreas abiertas con matorrales y claros en los bosques. En época de apareamiento busca pequeñas ramas altas dentro de su territorio para su cortejo. Se posa en ramas visibles y comienza su despliegue, basado en vocalizaciones (canto) que incluyen de 2-4 notas (Chiit-chot), este comportamiento continúa por casi 12 horas durante el pico de la época de apareamiento, dejando de cantar solo para dar pequeños viajes a alimentarse dentro de su territorio (Stiles & Skutch 1995). Este comportamiento supone un gran costo energético para los machos. Nuestro objetivo fue determinar si el *C. thalassinus* forma leks, si este fuese el caso esperaríamos que los machos harían sus despliegues en territorios en los que no necesariamente había recurso disponible y los otros machos responderían agresivamente a otros machos que se acercan a su percha de despliegue (2 m). Por otro lado, si este no fuera el caso esperaríamos que los machos defendieran territorio

con recurso cuando otros machos se acercaran a este pero no a la percha necesariamente.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el mes de enero de 2003, en el sendero Las Flores, en la Estación Biológica Cuericí, ubicada en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica.

Previamente grabamos la vocalización de un macho de *C. thalassinus*, la amplificamos y filtramos (SoundEdit 16, versión 2) para utilizarlo como el estímulo acústico en el experimento. Este estímulo fue presentado a 11 individuos en el campo para observar el comportamiento de estos ante un nuevo vecino. El estímulo se presentó a una intensidad de 96 dB (intensidad a 50 cm) usando un medidor digital de intensidad de sonido (CEL- 254) a diferentes distancias de cada colibrí foco. Cada grabación incluye tres sesiones de 2 minutos: pre-estímulo, experimental y post-estímulo, las grabaciones fueron hechas con una grabadora análoga de dos líneas (estéreo, Optimus CTR-117) usando dos micrófonos condensadores (Audio-Technica ATR-55 line). La sección de pre-estímulo consta de una grabación de cada colibrí en el canal izquierdo para observar el comportamiento de vocalización de cada individuo. La sesión experimental incluye la presentación del estímulo al colibrí foco. Presentamos el estímulo a través de un estéreo portátil (Sankey) y este estímulo fue grabado en el canal derecho de la grabadora mientras se continuó grabando al individuo foco en el canal izquierdo. Finalmente se continuó grabando al colibrí en el canal izquierdo en una sesión de post-estímulo, para observar diferencias en el canto de cada individuo antes, durante y después de la simulación de un intruso. Esto nos permitió observar las posibles interacciones vocales entre un colibrí y un intruso simulado. Paralelamente observamos el comportamiento del individuo, registramos la percha principal, distancia del estímulo al individuo, número de vecinos y recurso alimento. Procesamos los datos usando un programa de sonido de computadoras (SoundEdit 16, versión 2) en el laboratorio, los analizamos empleando pruebas de t pareado para las interacciones con el estímulo y utilizamos una prueba de t de dos colas para las interacciones entre vecinos.

Resultados

Observamos 12 colibríes machos cantando en el día, de estos, 6 tenían un solo vecino cantando cerca (a menos de 3 m de distancia) y 6 se encontraron sin vecinos. Hallamos, 8 de estos 12 individuos cantando en lugares con recursos alimenticios (flores) directamente bajo ellos. De los 12 colibríes, 11 permanecieron en su propia percha de despliegue o en la cercanía inmediata, en adición observamos a 6 de ellos cantando en el mismo territorio en un periodo de 24-48 horas.

Del total de 11 colibríes grabados, encontramos que 9 colibríes cambiaron la frecuencia del canto al presentarles el estímulo, dos se alejaron del área en que cantaban, así mismo dos de estos, se lanzaron de forma agresiva hacia el estímulo (Fig. 1; $n = 9$, $t = 5.9$, $gl = 8$; $p = 0.0742$)

Encontramos que los colibríes que vocalizan con territorios cerca de otros vecinos, vocalizan con mayor frecuencia y mas rápido (203.3 notas por minuto, $n_1 = 6$; $SD = 39.2$) en comparación a colibríes que están sin vecinos (156.8 notas por minuto, $n_2 = 5$; $SD = 17.2$); (Fig. 2; $n = 11$, $F = 7.66$, $gl_1 = 5$, $gl_2 = 4$, $p = 0.035$).

Los individuos con vecinos y sin vecinos tendieron a aumentar la frecuencia de canto en respuesta al estímulo de un colibrí intruso (Fig. 3; $n=5$, $t = -2.56$, $gl=4$, $p = 0.0629$); (Fig. 4; $n = 4$, $t = 3.88$, $df = 3$, $p = 0.0486$).

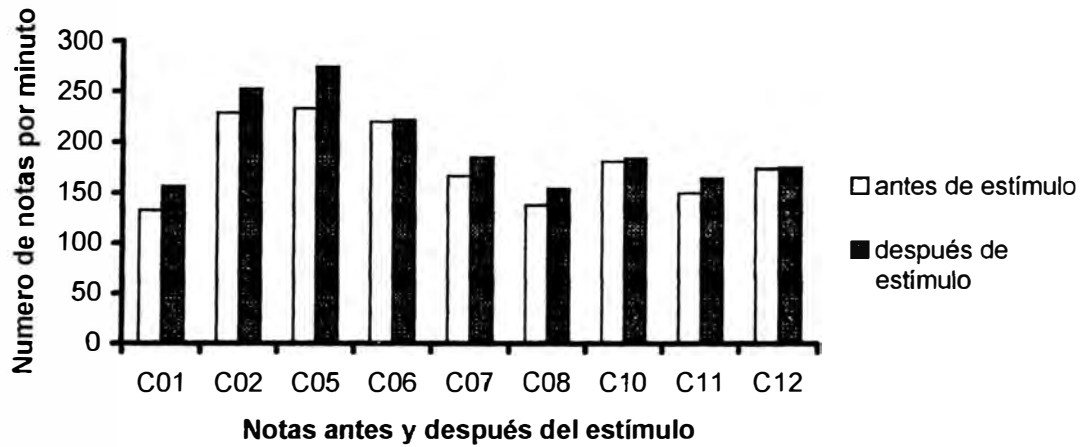


Fig. 1. Frecuencia de canto de individuos de *C. thalassinus* antes y después del estímulo, presentado como una grabación de un colibrí macho simulando un intruso en su área de despliegue.

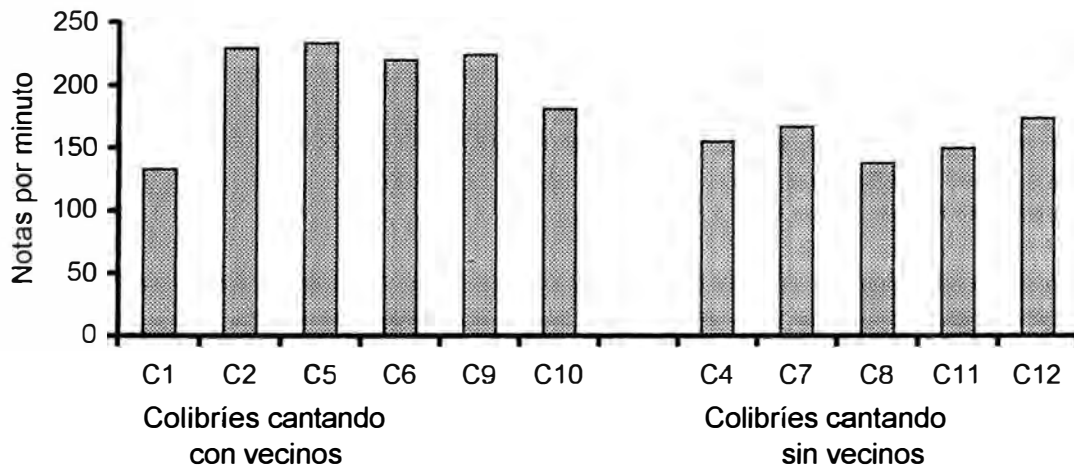


Fig. 2 Frecuencia de canto en individuos de *C. thalassinus* con vecinos vocalizando vs. colibríes cantando sin vecinos cerca.

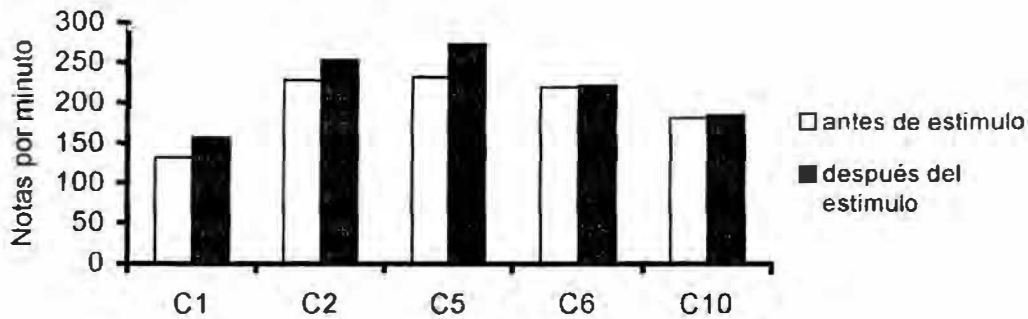


Fig. 3 Vocalización de machos de *C. thalassinus* con vecinos; frecuencia de notas emitidas antes y después de la presentación del estímulo.

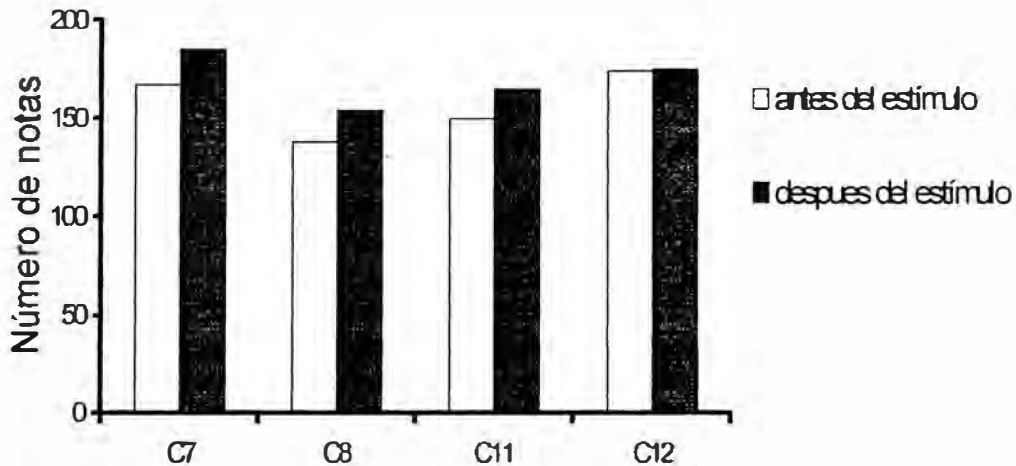


Fig. 4 Vocalización de machos de *C. thalassinus* sin vecinos; frecuencia de notas emitidas antes y después de la presentación del estímulo.

Discusión

Los machos de *C. thalassinus* no demostraron tener comportamientos de aves que forman leks típicos, en cambio si demuestran hábitos de aves territoriales. Un lek típico esta caracterizado por ser un arena donde hay una a alta densidad de machos haciendo despliegues para atraer hembras, donde por lo general todos hacen sus despliegues al mismo tiempo y no hay ningún tipo de recurso para la hembra (Alcock, 1979). Una posibilidad ciertamente sería un lek basado en recursos (Alexander 1975), como es sugerido para algunos insectos ortópteros, pero en este caso los machos están igualmente agregados en grupos cerrados, y este no es el caso observado para *C. thalassinus*.

El cantar en agregaciones intensifica la competencia entre machos para atraer hembras (Gerhardt, 2002) tanto en leks como en territorios. El hecho de que los colibríes cantando con vecinos tengan una mayor frecuencia de vocalizaciones por minuto en comparación con los colibríes que cantan solos, nos sugiere que existe

competencia entre estos, lo que comprobamos con los estímulos que le presentamos a los machos sin vecinos. Este aumento en las vocalizaciones después de presentarles el estímulo, se puede ver como un esfuerzo por “ganarle” al intruso, en su empeño por ser más atractivo para las hembras.

Este tipo de interacciones entre machos es común en organismos donde el macho hace despliegues o señales acústicas para atraer hembras y se puede aplicar tanto a sistemas de leks como a territorios, por lo tanto las interacciones de los colibríes con el estímulo que le presentamos, pueden ser aplicadas a ambos métodos de selección de pareja. En estos casos la señal supone ser un mensaje honesto sobre la calidad genética del macho (Gerhardt, 1992) y suele ser costoso para este. Por lo tanto el macho debe balancear entre la señal dada y la energía que gasta y debería guardar energías si hace despliegues sin un competidor. Tan pronto se encuentra en una situación donde otro macho hace esfuerzos para desplegarse junto a él, comenzará una competencia entre ambos y cada uno deberá aumentar su esfuerzo y cantar a una mayor intensidad o aumentar la frecuencia con que emiten las señales, aumentando así el gasto energético asociado a la emisión de señal (Gerhardt, 2000).

Nuestro sistema para emitir el estímulo a los machos no alcanzaba la intensidad deseada e igualmente no se pudo corregir para asegurarnos que cada individuo escuchara el estímulo a una misma intensidad relativa. Por esta razón, no pudimos estudiar el comportamiento agresivo de los machos, ni pudimos detectar si existe un umbral de tolerancia a la presencia de un intruso simulado.

Referencias

- Alcock, J. 1979. Animal behavior, an evolutionary approach. 2 edition. Sinauer Publishing. USA. 522pp.
- Gerhardt, H.C. 1992. Multiple messages in acoustic signals. *The Neurosciences*. 4:391-400.
- Gerhardt, H.C. 2000. Call matching in the quacking frog (*Crinia georgiana*). *Behav Ecol Sociobiol*. 48:243-251.
- Gerhardt, H.C. y F. Huber. 2002. Acoustic communication in insects and anurans, common problems and diverse solutions. Chicago Press. USA. 531Pp.
- Stiles, F.G. 1991. *Phaetomis superciliosus*. Pp. 608-610. En: Janzen, D. H. (Ed). *Historia Natural de Costa Rica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. 822 pp.
- Stiles, G. F. & A. F. Skutch. 1995. *Guía de Aves de Costa Rica*. INBIO. 628Pp.

INTERACCIÓN PLANTA-COLIBRÍ: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ESPECIES VEGETALES ENCONTRADAS EN CARGAS DE POLEN DE COLIBRÍES EN CUERICÍ, COSTA RICA

Gabriel Colorado, Irene Zager & Luis R. González

Resumen. En este estudio evaluamos la diversidad de especies vegetales presentes en cargas de polen colectadas en colibríes del área de la Estación Biológica de Cuericí, Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Capturamos 14 individuos de cinco especies diferentes que portaban polen de 14 especies vegetales. Observamos una alta variación en el número de especies vegetales así como en las proporciones de los granos encontradas en las cargas de polen a nivel intra e interespecífico. Las cargas de polen de colibríes de pico largo estaban formadas por menos especies de plantas que las de los colibríes de pico corto. Esto es posiblemente un reflejo de la mayor especialización de los colibríes de pico largo en cuanto a las especies vegetales que visitan para forrajear.

Palabras Clave: cargas de polen, colibríes, interacción planta-colibrí.

Introducción

La mayoría de los estudios sobre la relación planta-colibrí se han enfocado en la estructura de las comunidades de colibríes en diferentes zonas del neotrópico, en los síndromes de ornitofilia y, en general, en diferentes aspectos ecológicos y evolutivos que abordan la complejidad de esta interacción (Amaya-Márquez *et al.* 2001). Sin embargo, la perspectiva palinológica ha sido evaluada menos frecuentemente (Cotton 1998, Amaya-Márquez *et al.* 2001).

Los colibríes (Aves: Trochilidae) son el segundo grupo animal polinizador más importante en el neotrópico, después de insectos como mariposas y abejas (Murcia 2002). Estas aves reciben de las flores que visitan recompensa energética en forma de néctar o polen, realizando al mismo tiempo procesos de transporte de polen a nivel intra e interespecífico. El estudio de la ecología de la polinización en colibríes por medio de la evaluación de sus cargas de polen ha permitido evaluar diferentes aspectos de los síndromes de polinización particulares para este grupo (síndrome de ornitofilia), así como la relación entre aspectos morfológicos reconocidos de los colibríes, principalmente la longitud del pico, y la morfología de las flores de las especies vegetales que visitan (Borgella *et al.* 2001, Murcia 2002). Adicionalmente, los muestreos de cargas de polen se presentan como métodos complementarios de fácil evaluación para la determinación del uso de hábitat que los colibríes hacen en un área particular.

En la presente investigación identificamos las especies vegetales encontradas en cargas de polen de los colibríes capturados en el borde de un bosque secundario de *Quercus sp.* en la Estación Biológica Cuericí, así como cuantificamos los porcentajes relativos de estas especies a nivel de individuo y de especie. Igualmente, evaluamos la relación existente entre la longitud del pico y el número de especies de plantas visitadas.

Materiales y métodos

Área de estudio. Esta investigación la realizamos en enero de 2003 en la Estación Biológica de Cuericí, localizada en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. El muestreo tuvo lugar en un sendero que cruza un bosque montano secundario en fase sucesional intermedia, cercano al camino principal de la estación. La altura promedio del sitio es de 2600 msnm.

Fase de campo. Recolectamos la carga de polen de colibríes atrapados en 9 redes de niebla (2 redes de 12 m, 3 de 9 m y 4 redes de 6 m de largo por 2 m de ancho), las cuales permanecieron abiertas desde las 6:00 am hasta las 4:30 pm. Las redes fueron ubicadas en lugares donde existieran plantas en floración. Para la remoción del polen en cada ave empleamos el protocolo propuesto por Sutherland (2000), que utiliza una mezcla de gelatina, glicerina y fucsina, de la cual se emplean secciones pequeñas para limpiar el colibrí con ella. Las muestras de gelatina de la parte superior de la cabeza (pico, frente y cachetes) y las del cuello las consideramos por separado. Registramos algunos datos morfométricos de los colibríes capturados, como longitud del pico, ala y cola, y el peso del ave. Los colibríes capturados fueron marcados, cortándoles la rectriz más externa de la cola, y liberados.

Adicionalmente preparamos un catálogo con el polen colectado de las especies en flor (Murcia 2002, Pellmyr 2002). Igualmente, colectamos el polen de flores sobre las que se hubiese observado visitas por colibríes, independientemente de las anteriores características (flores no ornitófilas).

Fase de laboratorio. Las secciones de gelatina se disolvieron sobre portaobjetos para luego ser examinadas con microscopio óptico. El polen encontrado en las cargas de polen lo comparamos con el del catálogo elaborado para las plantas de la zona. Posteriormente, cuantificamos la cantidad de granos de polen por especie de planta (abundancia relativa) por medio del conteo de cada placa montada para cada individuo de colibrí. El conteo de polen se realizó a 100X, mientras que la identificación de la especie a la que pertenecía el grano de polen se hizo a 400X.

Resultados

Especies vegetales en cargas de polen de colibríes

En los 14 individuos de colibríes representantes de cinco especies encontramos un total de 14 especies vegetales. De éstas, dos especies fueron denominadas solamente como morfoespecies dado que su polen no pudo ser identificado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Riqueza de especies vegetales encontradas en cargas de polen de 5 especies de colibríes de la Estación Biológica Cuericí.

Especie	<i>Colibri thalassinus</i>	<i>Lampomis castaneoventris</i>	<i>Panterpe insignis</i>	<i>Eugenes fulgens</i>	<i>Selasphoru s flammula</i>
<i>Bomarea sp.</i>	X	X	X	X	X
<i>Castilleja sp.</i>	X	X	X	X	X
<i>Centropogon spp.</i>	X	X	X	X	X
<i>Escobeia sp.</i>					X
<i>Fuchsia paniculata</i>	X	X	X	X	X
<i>Fuchsia microphylla</i>	X		X	X	X
<i>Fuchsia splendens</i>					X
<i>Justicia sp.</i>	X		X		
<i>Macleania rupestris</i>		X	X	X	
Malvaceae I					X
<i>Lamourouxia sp.</i>					X
<i>Salvia iodochroa</i>				X	X
Morfoespecie I				X	X
Morfoespecie II		X			
Total	6	6	7	8	11

La especie de colibrí con mayor cantidad de especies vegetales encontradas en su carga de polen fue *Selasphorus flammula* con 11 especies. En promedio, para las demás especies de colibríes se registraron 7 especies de plantas.

Comparación de las cargas de polen entre especies de colibrí con pico de diferente longitud

Con el fin de evaluar la relación entre la longitud del pico de los colibríes y el número de plantas visitadas, medimos la cantidad y abundancia relativa de granos de polen de cada especie encontrados en las cargas de polen de tres de las especies de colibríes capturadas, que presentaban longitud de pico contrastante.

Los colibríes de pico largo en la muestra (aquellas con pico de longitud cercana a 20 mm), presentan menos especies vegetales en las cargas de polen analizadas en comparación con la especie de pico corto (11.4 mm) *Selasphorus flammula* (Fig. 1).

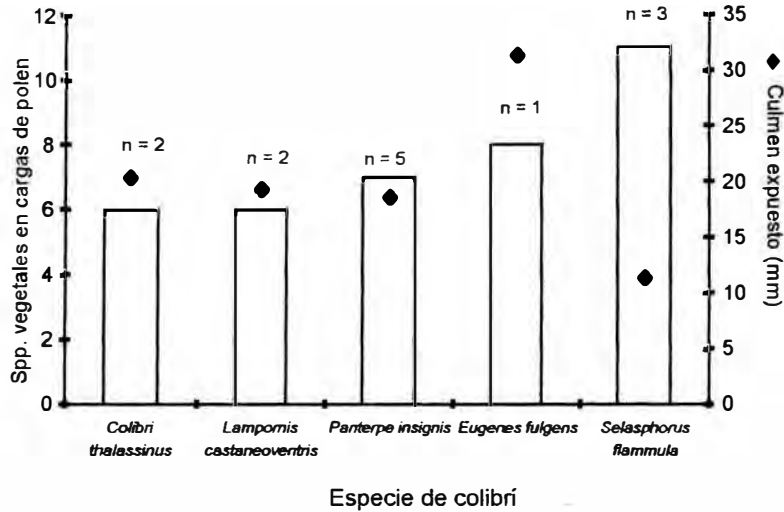


Fig. 1. Número de especies vegetales encontradas en cargas de polen de cinco especies de colibrí.

Distribución del polen del colibrí entre cabeza y cuello

En general los colibríes presentan más especies vegetales en la cabeza que en el cuello (Fig. 2). Esta diferencia fue mucho mayor para *Eugenes fulgens* y *Selasphorus flammula*.

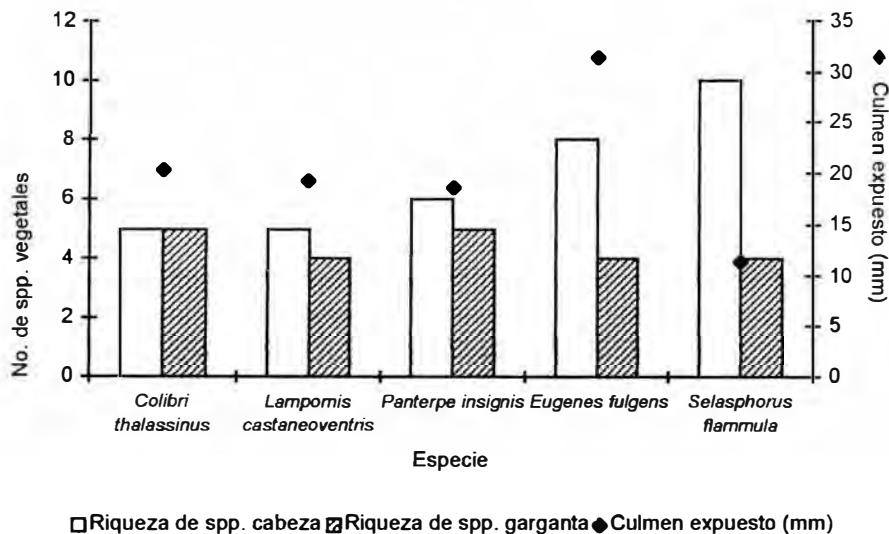


Fig. 2. Distribución del número de especies vegetales encontradas en cargas de polen de cinco especies de colibrí con picos de diferente longitud.

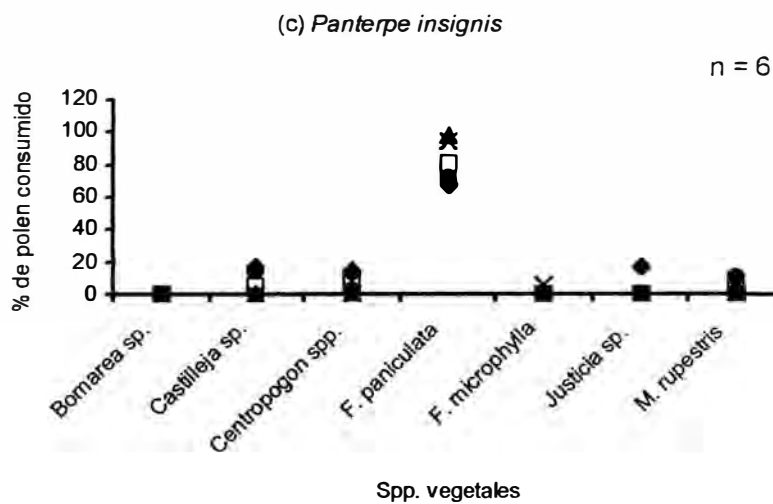
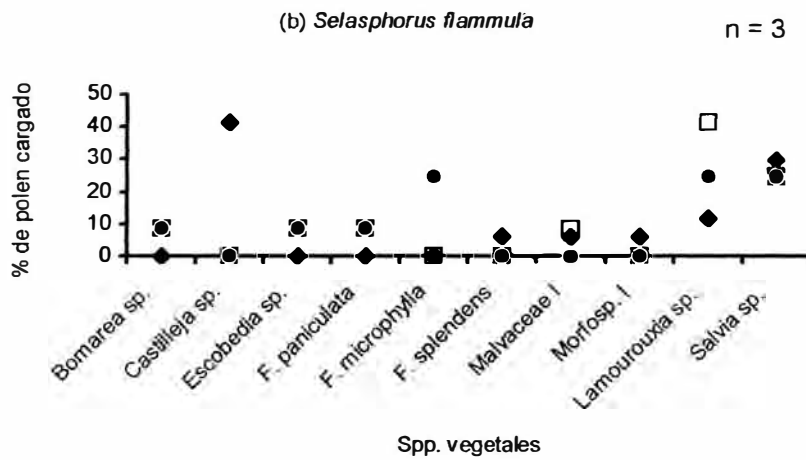
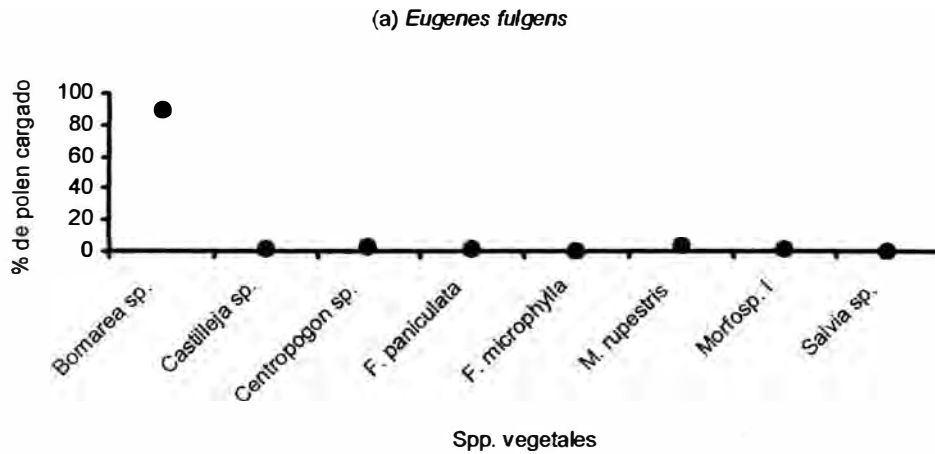


Fig. 3. Especies vegetales y porcentaje de polen encontrado en muestras de tres especies de colibríes. Cada línea corresponde a la carga de polen de un individuo.

Cargas de polen entre individuos y entre especies

Evalúamos las abundancias relativas de los granos de polen encontrados en tres especies de colibríes por medio de la transformación a porcentajes del número de granos de polen contados por especie para cada colibrí (Fig. 3). De esta forma se intentó encontrar patrones en cuanto al uso de algún recurso floral particular y su relación con la morfología del pico, a nivel de individuo y de especie.

Para el individuo de *Eugenes fulgens* capturado, un gran porcentaje del polen encontrado (91%) pertenece a la especie *Bomarea* sp., flor con síndrome típicamente ornitófilo (Fig. 3a). Le siguen en orden de importancia dos especies del género *Centropogon* y *Macleania rupestris* (aproximadamente 4%), igualmente características de este síndrome. Para el caso de *Selasphorus flammula*, los porcentajes de polen encontrados variaron de individuo a individuo, alejándose de un patrón claro de preferencia de forrajeo por alguna especie vegetal en particular. En su lugar, observamos la tendencia a que cada individuo visitara diferentes especies de plantas (Fig. 3b). Sin embargo, hay que destacar que para todos los individuos de esta especie encontramos que cerca del 25% de su carga de polen correspondía a *Salvia* sp.

Finalmente, sólo para la especie *Panterpe insignis* se observó una marcada similitud en los patrones de abundancia de polen entre los diferentes individuos, destacando en todas las muestras una alta proporción de granos de polen de *Fuchsia paniculata* y la presencia de otras seis especies vegetales en proporciones bajas.

Cabe destacar que las especies vegetales a las cuales se les colectó flores para realizar la palinoteca, correspondieron en gran medida con especies vegetales con síndrome típicamente ornitófilo. De las 14 especies vegetales que se encontraron en las cargas de polen de las especies de colibríes capturadas, 12 presentaron síndrome evidente de ornitofilia. Las dos especies que se reconocieron como no-ornitófilas fueron *Dahlia* sp. (Asteraceae) y *Sequium tacacum* (Cucurbitaceae).

Discusión

En general, los patrones de diversidad y abundancia de especies vegetales presentes en las cargas de polen varían de individuo a individuo y entre especies. A pesar de ello, los tres individuos de *Panterpe insignis* capturados presentaron algunas tendencias claras de mayor uso del recurso floral más abundante durante la época de muestreo, como el caso de *Fuchsia paniculata*.

En el único individuo capturado de colibrí estrictamente de pico largo (*Eugenes fulgens*), se evidencia una tendencia a ser más selectivo en cuanto a las especies que visita y emplea como fuente de alimento. A nivel general, las especies de pico largo en la muestra presentaron menos especies vegetales en sus cargas de polen que aquellos de pico corto. Feisinger *et al.* (1988) señalan un patrón similar para una comunidad de colibríes en zonas bajas, con preferencia de las especies de pico largo por especies con caracteres de ornitofilia más evidentes. Esto fue asociado con un cierto nivel de selectividad hacia especies de plantas de corolas más grandes con mayores cantidades de néctar. Una explicación alternativa corresponde a una respuesta de los colibríes de pico largo a visitar flores de este tipo por causas aerodinámicas, al presentar limitaciones en la movilidad en el aire por tener este tipo de pico (M.C. Castellanos *com. pers.*). Ya que todas las especies capturadas se caracterizan por ser territoriales, sería posible que las especies de pico más largo, que coinciden con aquellas de mayor tamaño, estén excluyendo a las especies de menor tamaño, limitando el aprovechamiento por parte de estas de algunas plantas.

Por último, la tendencia general a presentar mayores cargas de polen en la cabeza con respecto al cuello debe estar asociado a la morfología floral predominante de las especies vegetales visitadas por los colibríes, la cual se caracterizaba por la disposición de los estambres en la parte superior.

Referencias

- Amaya-Márquez M., F. G. Stiles y J. O. Rangel. 2001. Interacción planta-colibrí en Amacayacu (Amazonas, Colombia): una perspectiva palinológica. *Caldasia* 23: 301-322.
- Borgella Jr. R., A. A. Snow y T.A. Gavin. 2001. Species richness and pollen loads of hummingbirds using forest fragments in southern Costa Rica. *Biotropica* 33: 90-109.
- Cotton P.A. 1998. The hummingbird community of a lowland amazonian rainforest. *Ibis* 140: 512-521.
- Feisinger P., W.H. Busby, K.G.Murray, J.H. Beach, W.Z. Pounds, y Y.B. Linhart. 1988. Mixed support for spatial heterogeneity in species interactions: hummingbirds in a tropical disturbance mosaic. *Am. Nat.* 131: 33-57.
- Murcia C. 2002. Ecología de la polinización. Pp. 493-530. En: Guariguata M.R. y G.H. Kattan (eds.). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Ediciones LUR. Cartago, Costa Rica.
- Pellmyr, O. 2002. Pollination by animals. En: C. M. Herrera y O. Pellmyr (Eds.). *Plant-Animal interactions*. Blackwell Science, U. K.
- Sutherland W.J. 2000. *The conservation handbook: research, management and policy*. Blackwell Science Ltd. The University Press. Cambridge. United Kingdom.

PALO VERDE





**Será que encuentro
quetzales en P. V.**



**Mirá Luciano, yo estoy segura
que el norte en este hemisferio
está hacia el sur**



**Sabía que tenía razón,
la teoría del cubo existe**

USO DE LAS ESPECIES DE AVES ACUÁTICAS DE LOS MICROHÁBITATS DENTRO DE LA LAGUNA PALO VERDE

Rodrigo Becerra, Rosalía Fariña, Marcelo Ardón, Carlos Martínez, Jimena Forero Montana, Kerry Rabenold

Editor Juan Carlos Villareal

Resumen. La laguna Palo Verde, aún después de haber sido área de uso intensivo para la ganadería, tiene la peculiaridad de constituirse en un sitio de importancia para la conservación. Todo esto aún considerando el desmesurado avance de algunas especies vegetales acuáticas desde el abandono de las actividades de pastoreo. Ante esta situación, consideramos interesante el tratar de determinar el uso que le dan las especies de aves acuáticas de la laguna y los microhábitats que en la laguna se presentan. Nuestros resultados indican que existe un mayor uso de las áreas de espejo de agua y de la de vegetación con lirio de agua, en comparación con las otras especies, lo que nos lleva a concluir que actualmente las especies de aves acuáticas están sufriendo una reducción del hábitat.

Palabras Clave: Aves acuáticas, lirio de agua, microhábitat, tifa

Introducción

El Río Tempisque, un extensivo sistema de pantanos y lagunas que experimenta un proceso de drenado, sustenta una gran riqueza de la avifauna de América Central. Durante los 6-7 meses de sequía que la zona debe soportar, las condiciones del hábitat varían considerablemente por la disminución de sustrato, reducción o desaparición de cuerpos de agua y sobre todo escasez del alimento. Las aves acuáticas responden cambiando de hábitat, dieta o migrando; razones por las que esta zona se convierte en foco de muchas especies tanto migratorias como permanentes (Stiles1991).

La laguna Palo Verde, en el Parque Nacional Palo Verde (PNPV), forma parte de los humedales que incluye el parque. En ella se observa una vegetación conformada por arbustos leñosos, gran cantidad de especies acuáticas como el lirio de agua y una gran influencia ejercida por una tifácea, común en el trópico y subtrópico. La tifa hoy día presenta un crecimiento desmesurado, por lo que se la considera especie invasora. A pesar del uso intensivo en la producción ganadera que se dio al área del parque, éste aun mantiene una gran cantidad de especies acuáticas, por lo que fue declarada sitio Ramsar de conservación.

En la actualidad se están tomando decisiones de manejo en el Parque Nacional, consideramos de importancia los datos que se pudieran brindar sobre el uso de la laguna por algunas especies de aves acuáticas y su relación con los microhábitats dentro de la laguna. Debido a la importancia que presenta la laguna Palo Verde y sus áreas aledañas, para las especies de aves acuáticas, estudiamos el uso de las especies acuáticas de la laguna y sus microhábitats.

Métodos

Desarrollamos el trabajo en enero del 2003, para el cual primeramente determinamos los microhábitats dentro de la laguna en los cuales enfocaríamos las observaciones. Los mismos fueron : 1) espejo de agua: sitios sin vegetación, 2) espejo de agua con vegetación: presencia del lirio de agua, 3) agua con tifa: pequeños sectores con presencia de tifa, 4) islas de palo verde: zonas con este árbol, 5) islas de tifa: sectores aledaños a zonas con gran abundancia de tifa, y 6) borde de laguna: área lodosa de la costa. Observamos las actividades realizadas por las aves designadas como: forrajeo, descanso, acicalamiento y otros (para actividades no establecidas).

Realizamos censos de todas las aves acuáticas presentes en la laguna que se posaran sobre algún sustrato dentro de los microhábitats previamente establecidos. Efectuamos observaciones desde las 06:30 a las 12:00 hs y de 14:00 a 17:40 hs. Para dicho muestreo dividimos el área de observación, casi semicircular, en tres sectores (1, 2 y 3), que barrimos simultáneamente tres personas ubicadas en una torre de observación. Repetimos el proceso cada 30 minutos. En cada barrido registramos, además de las especies observadas, la cantidad de individuos de cada sector, el microhábitat en el que se encontraban y la actividad que realizaban. Para analizar diferencias en el uso de microhábitats, realizamos una prueba de X^2 utilizando los datos de las 06:30 por ser una de las horas con mayor actividad.

Resultados

Registramos un total de 17 especies que utilizaron los diferentes hábitats de la laguna. La especie con mayor abundancia relativa, estimada por el número promedio de recuentos por barrido, fue *Dendrocygma autumnalis*. La riqueza de especies fue mayor en el sector 1 (Fig. 1).

Los hábitats más utilizados en general fueron el espejo de agua y el agua con vegetación. Estas diferencias fueron significativas cuando se compararon los datos de las 06:30 hr ($X^2 = 5608.16$, $gl = 5$, $p < 0.001$). Esta preferencia se refleja en la utilización de los microhábitats de las aves más comunes de la laguna (Fig. 2). El pato (*Dendrocygma autumnalis*) fue la única especie que utilizó frecuentemente el espejo de agua. Mientras que vimos pocas aves asociadas con las islas de tifa o de Palo Verde.

Dendrocygma autumnalis se encontró mayormente en espejos de agua en las horas de la mañana, y por la tarde se encontró con mas frecuencia en el agua con vegetación (Fig. 3). En horas de la tarde *Jacana spinosa* disminuyó el uso del espejo de agua y del agua con vegetación y un aumentó el uso del borde (Fig. 4). No se efectuaron pruebas estadísticas para estas dos relaciones debido a que los datos no son independientes

El análisis de agrupamientos (Fig. 5) muestra que *Dendrocygma autumnalis* es la especie que más se diferencia del resto, mientras que la Jacana forma un grupo con la garceta nival (*Egretta thula*) y que la garceta grande (*Casmerodius albus*). La garcilla bueyera (*Bubulcus ibis*) y *Ajaia ajaia* forman otro grupo bastante compacto.

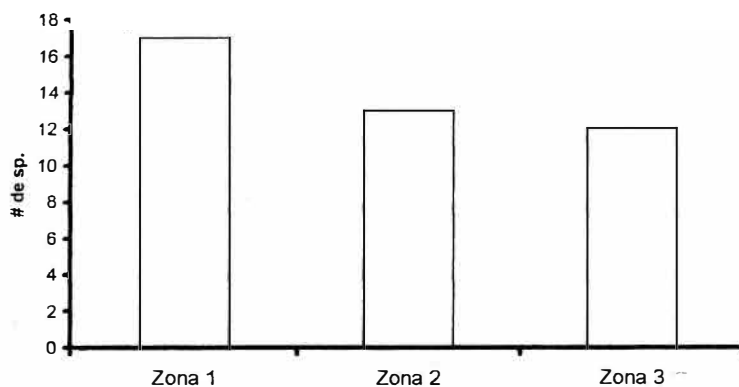


Fig. 1. Riqueza de especies en cada sector de observación, el área de la laguna se dividió en tres de izquierda a derecha.

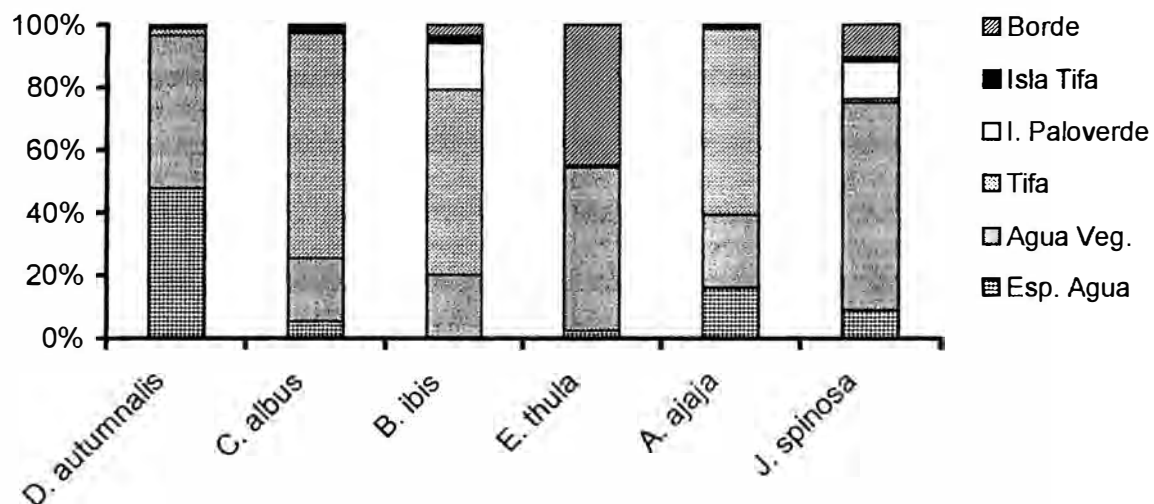


Fig. 2. Uso de microhábitats por las 8 especies más abundantes en la laguna Palo Verde.

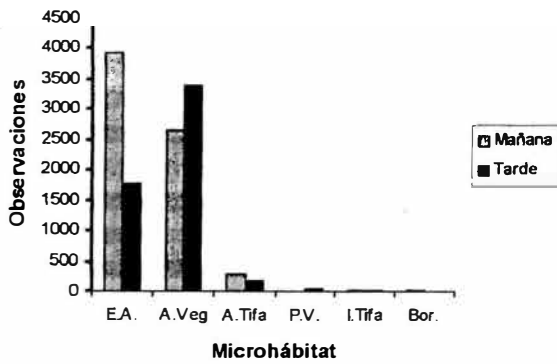


Fig. 3. Variación temporal en el uso de microhábitats por *Dendrocygma autumnalis*.

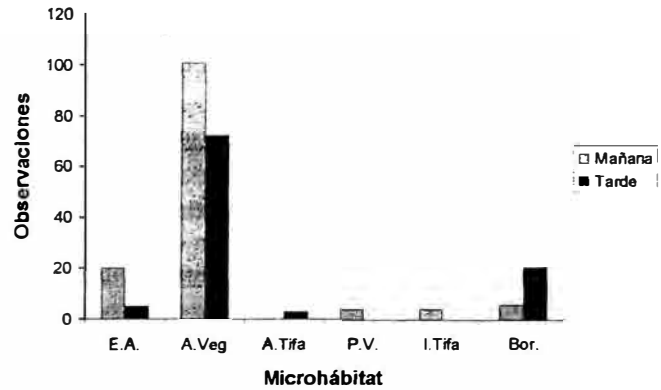


Fig. 4. Variación temporal en el uso de microhábitats por *Jacana spinosa*.

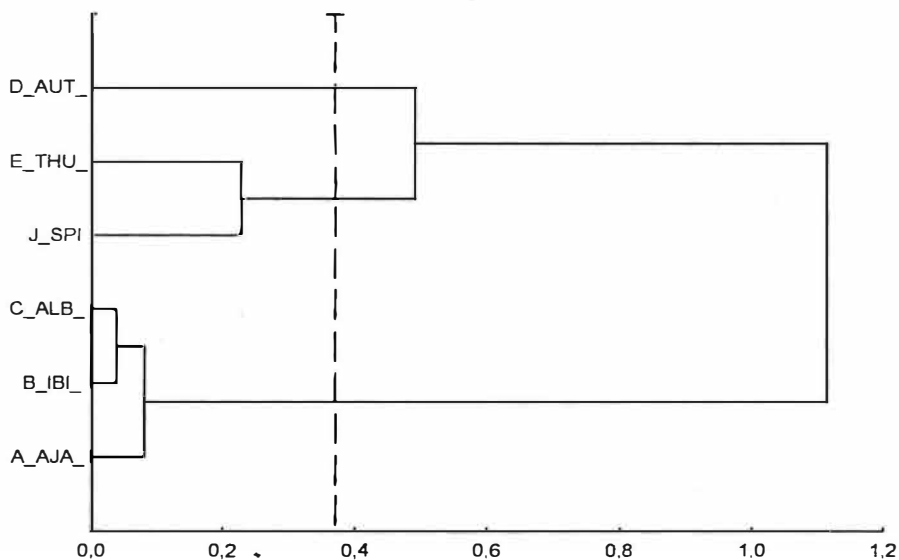


Fig. 5. Análisis de agrupamiento basado en la abundancia de las especies en los diferentes microhábitats en la laguna Palo Verde. D_AUT_ = *Dendrocygma autumnalis*, E_THU_ = *Egretta thula*, C_ALB_ = *Casmerodius albus*, B_IBI_ = *Bubulcus ibis*, A_AJA_ = *Ajaia ajaia*.

Discusión

Debido a los cambios de práctica, se puede decir que los microhábitats disponibles para las aves acuáticas han venido disminuyendo. La mayor riqueza de aves en la Zona 1 (Fig. 1) probablemente esta asociada con que esta fue la única zona que contenía los seis hábitats previamente definido (obs. pers.). También era la zona con mayor proporción de espejo de agua. Cabe notar que la alta frecuencia de uso de las zonas de espejo de agua y de agua con vegetación (Fig. 2) seguramente están relacionadas con que estos eran los

dos microhabitats mas comunes en las zonas de observación. También estas zonas fueron utilizadas por *Dendrocygma autumnales* que era la especie mas común. Es importante aclarar que dentro de las islas de tifa era difícil observar individuos lo cual podría afectar nuestros resultados. Sin embargo durante el periodo de observación no vimos muchos pájaros ni entrando ni saliendo de las islas de tifa, aun cuando paso un tractor.

Aunque hubieron cambios en el uso de los microhabitats por *Dendrocygma autumnales* y *Jacana espinosa* a lo largo del día, el hecho de que los cambios hayan sido pequeños podría significar que las especies son muy selectivas en cuanto al hábitat que usan manteniéndose en el mismo lugar. Aparentemente el avance de la tifa reduce los últimos remanentes de microhabitats que antes tenían disponibles.

La separación de *D. autumnales* en el análisis de cluster se podría deber a que cuando esta especie ocupaba un microhabitat lo hacía en grandes números, dificultando la ocupación por otras especies. Es interesante el agrupamiento de las Jacanas con la *Egretta thula* ya que se reportó comportamiento similar al de bandadas mixtas entre estas especies (I. Zagel y G. Colorado, com. pers.).

Debido a su estatus de sitio de conservación Ramsar, una de las prioridades del PNPV debe ser la protección y conservación de las aves acuáticas. Nuestros resultados brindan información sobre un mayor uso de las áreas de espejo de agua y de la de vegetación con lirio de agua por parte de las especies de aves acuáticas lo que nos pensamos que es importante continuar con las tareas de control del avance de la tifa.

Referencias

- Stiles, F.G. 1991. Aves. En, D.H. Janzen (Ed.) Historia Natural de Costa Rica. Pp 521-522. Universidad de Costa Rica.
- Boucher, D.H., M. Hansen, S. Risch, y J.H. Vandermeer. 1991. Agricultura. En, D.H. Janzen (Ed.) Historia Natural de Costa Rica pp 67-118. Universidad de Costa Rica.

CHIQUITITO PERO PICOSO: SELECCIÓN SEXUAL DE MACHOS EN GERRIDAE

Luciano Lopes, Ruth Percino-Daniel, Juan Carlos Villarreal, Monica Olazabal, Xyomara Carretero, Rogelio Macías-Ordoñez

Editor: Evelyn Astudillo

Resumen. Los insectos de la familia Gerridae, conocidos como patinadores del agua, presentan peleas entre machos y hembras antes y durante la cópula. Una estrategia adoptada es conocida como guardia copulatoria y consiste en cópulas prolongadas durante las cuales la hembra no es molestada por otros machos y el macho garantiza que la hembra no va copular con otros machos. En este estudio intentamos verificar si existe una presión selectiva de las hembras sobre el tamaño de los machos, esperando que para disminuir los costos de sostener un macho por largos períodos, las hembras eligieran machos más pequeños. Los resultados que obtuvimos muestran que las hembras eligen a los machos más pequeños para copular generando una presión selectiva hacia la disminución del tamaño de los machos en la población. Sin embargo, otros factores como presión por depredadores o selección post-copulatoria por las hembras pueden estar actuando en el mantenimiento de machos más grandes en la población.

Palabras Clave: estrategia reproductiva, Gerridae, guardia copulatoria, selección sexual.

Introducción

Las peleas precopulatorias entre machos y hembras han sido atribuidas a una estrategia de la hembra para evitar cópulas costosas e innecesarias (conflicto sexual) o como un mecanismo de evaluación de las cualidades del macho (selección sexual). En los insectos de la familia Gerridae (Heteroptera), conocidos como patinadores del agua, la resistencia de la hembra en copular disminuye con el aumento de la abundancia de machos, reforzando la hipótesis de conflicto sexual (Arnqvist 1992). En este grupo tal conflicto, en ocasiones, es llevado a situaciones extremas en las cuales las hembras que no están copulando no pueden forrajear por el asedio de machos (Wilcox 1984).

En poblaciones que tienen una proporción sexual sesgada hacia los machos la duración de la cópula tiende a ser más grande y puede ser una estrategia de la hembra que disminuye los costos al rechazar a los machos no deseados y, una forma del macho para evitar que la hembra copule con otros machos (Clark 1988). Este comportamiento ha sido denominado guardia copulatoria. En la cópula, el macho permanece arriba de la hembra y asegura su tórax con el primer par de patas representando un costo para la hembra. La energía invertida por la hembra puede ser de 19,9% a 43% más grande por tener un macho en posición copulatoria (Watson & Arnqvist 1998). El riesgo de depredación aumenta para la hembra durante las peleas precopulatorias y durante la cópula; mientras que para el macho es durante las peleas con la hembra y cuando busca pareja (Rowe 1994, Sih *et al.* 1990). Tales costos podrían favorecer, por selección natural, hembras que eligen machos mas pequeños para copular.

Por otra parte, la elección de pareja con base a características morfológicas o conductuales que indicarán mayor éxito reproductivo, podría favorecer hembras que eligen machos más grandes. En este contexto, estudiamos una población de chinches de la familia Gerridae en el bosque seco del Parque Nacional Palo Verde. Nuestro objetivo fue verificar si las hembras están ejerciendo presión selectiva en el tamaño de los machos. Predecíamos que machos con parejas serían menores que machos sin pareja, como una

forma de que las hembras disminuyeran el costo energético envuelto en una cópula de larga duración.

Material y Métodos

Realizamos el estudio con dos poblaciones de guerridos en el ojo de agua y en una pileta a 2 km al oeste de la Estación Biológica Palo Verde, Costa Rica en enero del 2003. El ojo de agua tiene un área de 12,31 m² y la pileta de 14,76 m² separadas por 50 m sin conexión entre sí. Realizamos, en la pileta, observaciones focales de cinco parejas por un período de una hora, registrando las interacciones de la pareja con otros machos adultos e individuos juveniles de los cuales no identificamos el sexo. Realizamos observaciones adicionales durante dos horas para describir el comportamiento reproductivo. Como las poblaciones son pequeñas y bien delimitadas realizamos conteos de toda la población. Dividimos la pileta en 6 sectores (Figura 1) e hicimos aproximadamente cinco conteos de los juveniles utilizando la media de los conteos para el análisis. Todos los adultos de la población de la pileta los recolectamos y medimos en microscopio estereoscopio con objetivos graduados. Tomamos las medidas del largo desde el escutelo hasta el final del ala y del alto del tórax en la altura de la coxa del segundo par de patas del insecto. Estimamos el volumen corporal por medio de la ecuación $v = \pi/6 * \text{largo} * \text{alto abdomen}^2$ (Macías-Ordóñez y Draud en prep.). Disectamos a todas las hembras con y sin pareja para observar el tamaño (grandes o pequeños) y contar el número de huevos. Analizamos los datos mediante pruebas no paramétricas de comparación de rangos de Mann-Whitney y de comparación de igualdad de varianzas (Zar 1999), para verificar si las interacciones con machos adultos e individuos juveniles ocurrían en la misma proporción de las clases de edades. Aplicamos pruebas de χ^2 teniendo como valores esperados las abundancias relativas de juveniles y machos adultos en la población.

Resultados

Las dos poblaciones de guerridos tienen diferentes estructuras de edades. En la población del ojo de agua registramos 1,22 juveniles/m² y en la pileta una densidad de juveniles de 3,27 individuos/m². En ambos casos encontramos mayor número de juveniles en sitios con presencia de hojas flotando y mayor exposición al sol (Figura 1). En el ojo de agua solo observamos una hembra adulta, por lo que solo nos enfocamos a la población de la pileta. En esta encontramos 32 machos, 11 hembras adultas, y seis parejas, cinco hembras adultas no tenían huevos en el oviducto. Es decir que hembras fértiles en aquel momento estaban en cópula. La proporción sexual operacional (machos/hembras fértiles) fue de 5.33 machos por hembra. El tamaño de las hembras fue mayor a la de los machos (Fig. 2), y entre ellas, las que tenían pareja el volumen corporal fue similar las que estaban solas ($U = 12$; $Z = 1.28$; $p = 0.20$). Los machos de parejas presentaron un menor volumen corporal ($U = 30$; $Z = 2.25$; $p = 0.02$) y también menor variación corporal ($F = 11.04$; $p = 0.014$) en comparación a los machos que no tenían pareja, encontrándose que las hembras eligen machos en un rango definido de tamaño alejado de los extremos (Fig. 2).

Interacciones de las parejas. Observamos en cuatro de las seis parejas un sesgo de interactuar con machos adultos, contrario a lo esperado por interacciones al azar proporcional a la abundancia relativa de las clases de edad (Cuadro 1). Estas interacciones consistieron sólo en aproximaciones de machos sin mostrar conductas agresivas.

Cuadro 1. Interacciones de parejas en copula con individuos juveniles y adultos de guerridos. Valores esperados obtenidos por la proporción de adultos y juveniles en la población.

Pareja	1	2	3	4	5	Proporción
Juveniles	11	7	2	16	9	26 (0,59)
Adultos	0	0	1	0	0	18 (0,41)
χ^2	7,64	4,86	1,42	11,1	6,25	
P	0,005	0,027	0,230	0,001	0,012	

Interacciones con depredadores. En la población de la pileta observamos larvas de coleópteros de la familia Dytiscidae depredando guerridos. De los cinco intentos de depredación observados, tres exitosos fueron de juveniles y dos no exitosos de adultos que lograron escapar a los ataques. Además, observamos cinco individuos de depredadores cercanos al agrupamiento de juveniles.

Descripción del comportamiento reproductivo. Durante la cópula el macho permanece arriba de la hembra y asegura su tórax con el primer par de patas. Observamos una cópula durante dos horas y en este periodo la hembra intento derribar al macho cinco veces. En estas ocasiones la hembra extendía el segundo par de patas, ubicando su cuerpo a casi 90 grados en relación a la lámina del agua. Con su primer par de patas intento sacar las patas del macho de su tórax. El segundo par de patas del macho que en general reposa en el aire, perpendicularmente a su cuerpo y paralelo a la lámina de agua, después es ubicado paralelamente al cuerpo y hacia adelante. Con su segundo par de patas, el macho toca las antenas, patas y tórax de la hembra con movimientos circulares y esto parece disminuir la intensidad de rechazo hacia el. En todo el tiempo observado, los opérculos genitales de machos y hembras permanecieron unidos y todos los movimientos de deslizamiento sobre la lamina de agua o saltos fueron realizados por la hembra, el macho desempeña un papel pasivo en este aspecto. Algunas veces la hembra inclina su cuerpo tocando la lamina del agua con la extremidad posterior del abdomen, sin que el opérculo genital del macho se desconecte. No pudimos interpretar la función de este comportamiento. Durante la cópula tanto la hembra como el macho limpian sus patas y aparato bucal, siendo este uno de los comportamientos observados con más frecuencia.

Discusión

Las diferencias observadas en la densidad y estructura de edades de la población pueden estar relacionadas a condiciones físicas del ambiente como la cantidad de radiación que llega a la pileta. La fototaxia ha sido reportada para otras especies de Gerridae (Harada 1991). El agrupamiento de los juveniles en los sitios de mayor concentración de hojas flotando puede estar relacionado con estrategias de defensa contra depredadores como las larvas de Coleoptera. Esto se apoya con las observaciones, donde fue común encontrar guerridos sobre las hojas, que son sitios inaccesibles a los depredadores.

Nuestros resultados indican que existe una selección de las hembras hacia los machos con respecto al tamaño. Todas las hembras que presentaban huevos u óvulos maduros en los oviductos estaban copulando durante las observaciones. A partir de la proporción sexual operacional fuertemente sesgada hacia los machos (5,33:1) se espera que la elección de la pareja se de por el sexo femenino. El rango de tamaño de los machos en cópula fue menor en comparación al de machos que no estaban copulando, indicando la existencia de una

presión selectiva por parte de las hembras que favorecen a los machos más pequeños. Además esta presión de selección de hembras sobre el tamaño de los machos podría conllevar a la reducción del rango de tamaños de los machos en la población. Sin embargo, las hembras no eligieron los machos que están cerca del límite inferior de tamaño de la población, lo cual puede estar relacionado con la selección sexual por parte de las hembras, de genotipos restringidos con mayor éxito reproductivo.

No obstante, otras presiones podrían estar actuando y manteniendo un rango más grande de tamaños. El éxito de depredación de las larvas de Dytiscidae sobre individuos de menor tamaño podría ser esa presión selectiva favorable hacia individuos más grandes. Por otro lado, se ha reportado que algunas especies de guerridos presentan mecanismos de selección post copulatorios o crípticos (Arnqvist & Danielsson 1999). Sería posible que las hembras eligiesen machos más grandes para fertilizar sus óvulos y machos más pequeños como guardianes copulatorios. No podemos descartar esta posibilidad y tampoco aceptarla, siendo una buena pregunta para estudios de más larga duración. Aún la presencia de interacciones agresivas entre machos podría actuar como presión selectiva favoreciendo a los machos más grandes. En nuestro estudio, este tipo de selección intra-sexual no parece estar actuando intensamente en la población estudiada debido a que no observamos peleas entre machos.

Machos adultos presentaron más interacciones con las parejas de lo esperado. Aún cuando no observamos interacciones agresivas, tal sesgo hacia los machos adultos indica que estos buscaban hembras y que la estrategia de guardia copulatoria es importante para las hembras. Un aspecto aparentemente poco explorado en la literatura es que para los machos la posición copulatoria puede tener ventajas en el escape de depredación ya que las hembras son más grandes y tienen más movilidad.

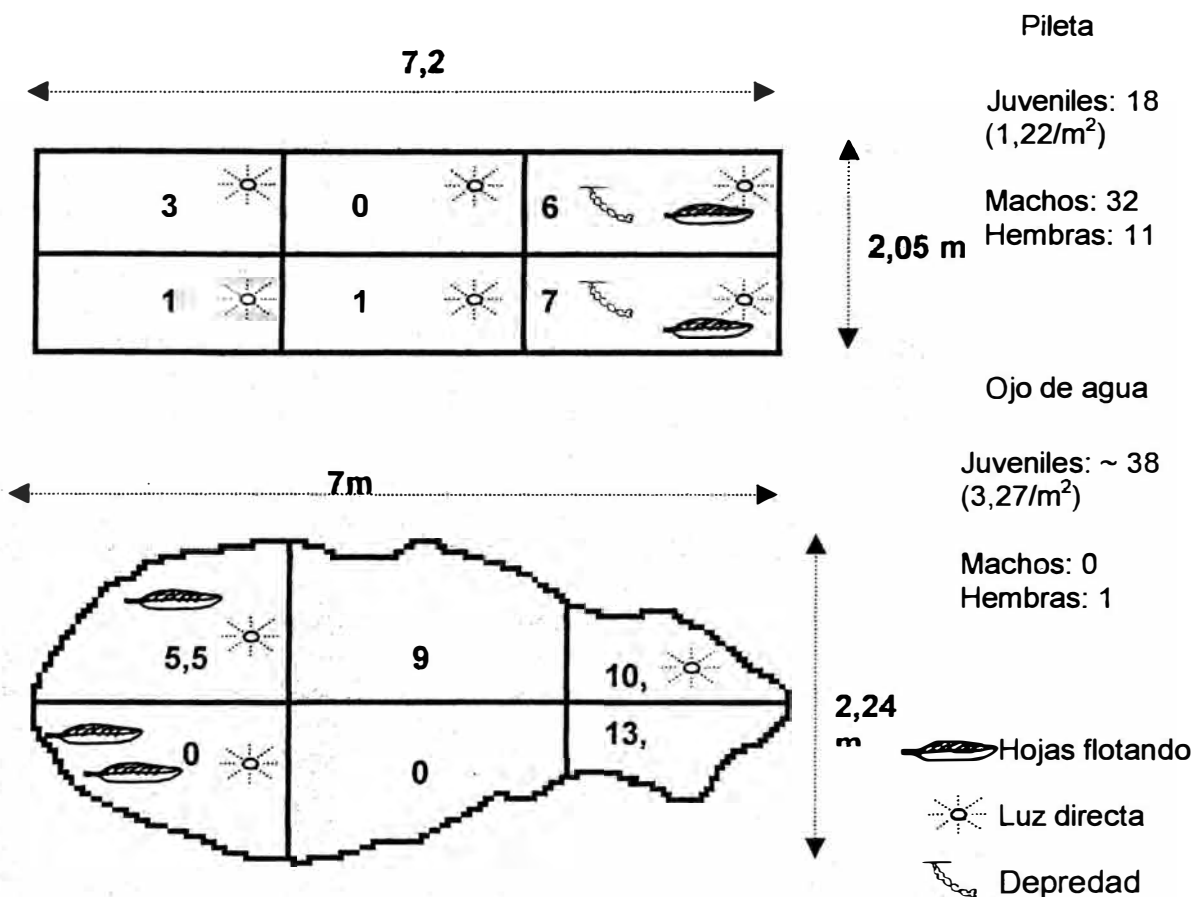


Fig. 1. Ubicación de juveniles en el ojo de agua y características del ambiente

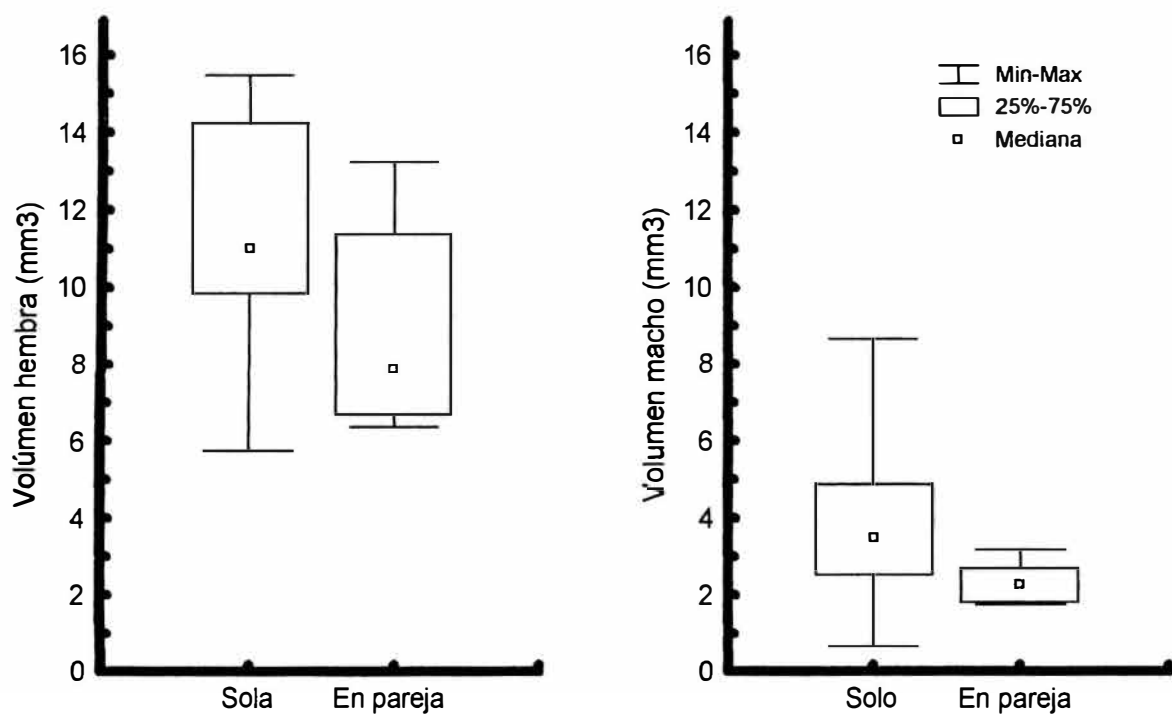


Fig. 2. Volumen de hembras y machos de Gerridae con parejas y sin parejas.

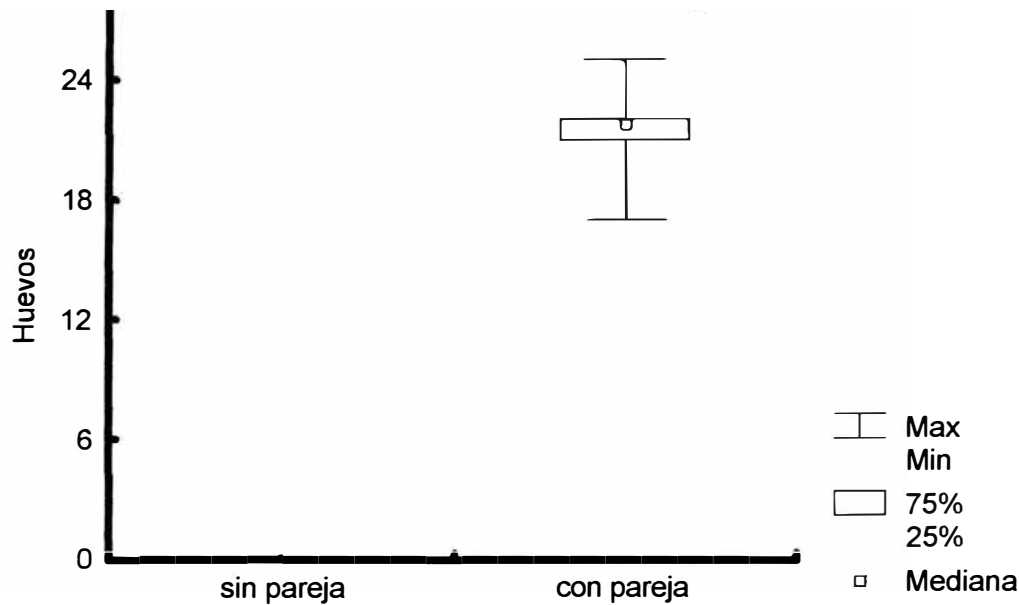


Fig. 3. Número de huevos en oviductos de hembras de guerridos con pareja y sin pareja.

Referencias

- Arnqvist, G. 1992. Pre-copulatory fighting in a water strider: inter-sexual conflict or mate assessment? *Anim. Behav.* 43, 559-567.
- Arnqvist, G. y I. Danielsson. 1999. Postmating sexual selection: the effects of male body size and recovery period on paternity and egg production rate in a water strider. *Behav. Ecol.* 10, 358-365.
- Clark, S. J. 1988. The effects of operational sex ratio and food deprivation on copulation duration in the water strider (*Gerris remigis*) Say. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 23, 317-322.
- Harada, T. 1991. Effects of photoperiod on phototaxis in *Gerris lacustris latiabdominis* (Heteroptera: Gerridae). *Environmental Entomology* 20, 1149-1154.
- Macías-Ordóñez, R. y M. Draud. En preparación. A convenient and accurate estimate of body size. Sometido a revisión en *Ethology Ecology & Evolution*.
- Rowe, L. 1994. The costs of mating and mate choice in water striders. *Anim. Behav.* 48, 1049-1056.
- Sih, A., J. Krupa y S. Travers. 1990. An experimental study on the effects of predation risk and feeding regime on the mating behavior of the water strider. *Am. Nat.* 135, 284-290.
- Rowe, L. y Arnqvist, G. 1996. Analysis of the causal components of assortative mating in water striders. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 38, 279-286.
- Watson, P. y Arnqvist, G. 1998. Sexual conflict and the energetic costs of mating and mate choice in water striders. *American Naturalist* 51, 46-58.
- Wilcox, R. S. 1984. Male copulatory guarding enhances female foraging in a water strider. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 15, 171-174.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4ta. Edición. Prentice-Hall Inc. Nueva Jersey.

REACCIÓN DE *PSEUDOMYRMEX SPINICOLA* A LA PRESENCIA DE INDIVIDUOS DE OTRA COLONIA

Delicia Pino, Elizabeth Osorio, Evelyn Astudillo, Alain Carretero, Josué Ramírez, Gabriel Colorado & Frank Joyce.

Editor: Gustavo Londoño.

Resumen. Evaluamos la reacción de agresividad de la hormiga *Pseudomyrmex spinicola* a diferentes tratamientos de reintroducción de un individuo tanto en la misma rama, en la misma planta, otra planta del mismo parche, así como en una planta de otra colonia. Se presentaron reacciones de agresividad marcadas sobre la hormiga al ser introducida en otra colonia y un bajo nivel de agresividad dentro de la misma colonia, haciendo evidente el reconocimiento de individuos de la misma colonia independientemente del lugar en que se encuentre. Las hormigas introducidas en otra colonia presentaron una tendencia a mantenerse en el sitio donde fueron colocadas, probablemente por el efecto de encontrarse en un lugar extraño y evitar reacciones agresivas.

Palabras Clave: Mutualismo Acacia - *Pseudomyrmex spinicola*, respuesta a invasión.

Introducción

Un clásico caso de mutualismo entre insectos y plantas en el nuevo mundo ocurre entre el género *Acacia* (Mimosaceae) y las hormigas del género *Pseudomyrmex*. En Costa Rica se ha reportado 3 especies de *Pseudomyrmex*: *P. spinicola*, *P. flavicomis* y *P. nigrocincta* asociadas principalmente a *Acacia collinsii* (Janzen 1991). De acuerdo a Suárez et al. (1998), *P. spinicola* podría defender mejor las plantas de *Acacia* respecto a las otras debido a su comportamiento más agresivo. Por lo general, las reacciones de agresividad en las hormigas se encuentran influenciadas principalmente por el grado de peligro a la cual se sienten sometidas (Begon et al. 1986).

La presencia de otros insectos e incluso de individuos de la misma especie pertenecientes a otra colonia, podría representar un riesgo de amenaza para la colonia. Por ello, la habilidad de distinguir a los miembros de la colonia de extraños es vital para la vida social de las hormigas. La forma de distinguir a un individuo de la misma colonia se ha dado principalmente por el olor. Una de las actividades de control ante una posible amenaza es la de inspección de la propia colonia, la cual consiste en extender las antenas sobre el cuerpo de otros individuos para permitir el reconocimiento de los mismos. Cuando un intruso de una especie diferente ingresa a la colonia casi siempre es violentamente atacado y si el intruso es un individuo de la misma especie pero de diferente colonia la intensidad del ataque es menor, estableciéndose así un gradiente de respuestas ante la invasión. (Hölldobler & Wilson 1990).

El objetivo de este trabajo es determinar si la hormiga *P. spinicola* es capaz de reconocer a los individuos de su propia colonia independientemente del sitio donde se encuentren y si existe un tipo de reacción por parte de estas ante individuos de otra colonia.

Métodos

Seleccionamos 15 parches de *Acacia collinsii* (Mimosaceae) colonizadas por hormigas de *Pseudomyrmex spinicola*. Consideramos que cada "Parche" constituía una colonia de *P. spinicola* y estaba conformado por la agregación de acacias al entorno de un

árbol madre. En cada parche extrajimos una hormiga a la que se le pintó el tórax para facilitar su identificación y seguimiento.

Para evaluar la capacidad de la hormiga de reconocer su colonia y retomar sus actividades, la reintroducimos bajo los siguientes tratamientos. Tratamiento 1: en el mismo lugar de donde se la extrajo, para observar si la hormiga retomaba la posición inicial; Tratamiento 2: a una rama diferente en el mismo árbol, esto permitiría observar si en una posición diferente la hormiga sería reconocida por los individuos de su misma colonia; Tratamiento 3: a un individuo de acacia diferente pero dentro del mismo parche, esto permitiría evaluar si las poblaciones de hormigas pertenecientes a una misma colonia son capaces de reconocer a todos sus individuos y finalmente Tratamiento 4: se introdujo la hormiga en una acacia de otro parche que representa una colonia diferente, para evaluar el grado de reacción por parte de las hormigas ante la presencia de un individuo diferente a la colonia. Los tratamientos fueron aleatorizados y las observaciones se realizaron en intervalos de 10 minutos. Consideramos como agresividad al ataque directo de una a otra hormiga, siendo registrado como agresión y no agresión. En cada uno de los tratamientos registramos los siguientes datos: distancia total recorrida tanto en la misma *Acacia* como en la de una colonia diferente, lugar de la planta donde permanecía la mayor parte del tiempo (hoja, rama, tronco) y respuesta de agresividad de la colonia frente a la hormiga.

Resultados

Obtuvimos un mayor nivel de agresión hacia los individuos que fueron introducidos a una colonia diferente ($\chi^2_1 = 7.78$, $p = 0.005$; Fig. 1). Se presentó un bajo nivel de agresión cuando la hormiga fue introducida dentro de la misma planta y en otras plantas de la misma colonia.

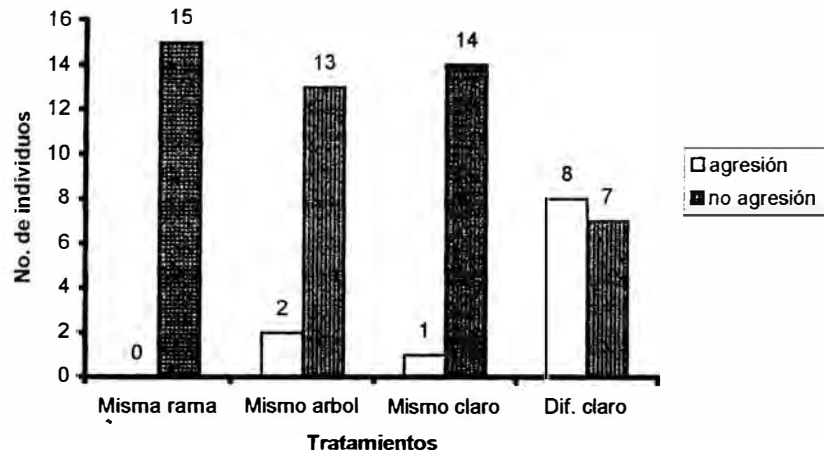


Fig. 1. Reacción de individuos de *P. spinicola* ante los diferentes tratamientos.

Las distancias recorridas por las hormigas tanto en su propia colonia como en una colonia diferentes fueron similares (Fig. 2). Sin embargo, observamos que las hormigas introducidas a una colonia diferente mostraron una tendencia a concentrarse la mayor parte del tiempo en las hojas (Fig. 3).

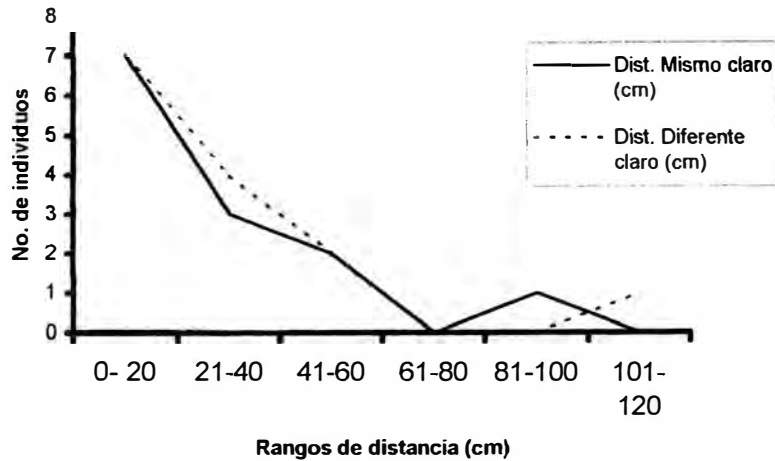


Fig. 2. Distancias totales recorridas por los individuos después de haberlos introducido a una *Acacia* dentro de la misma colonia y a otra *Acacia* de una colonia diferente.

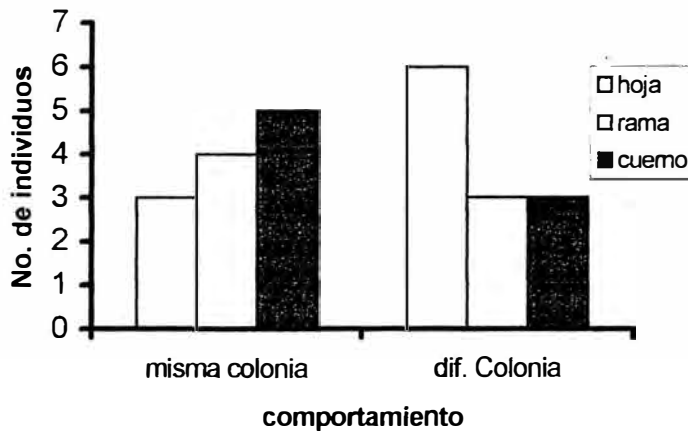


Fig. 3. Tendencias del comportamiento de las hormigas ante su introducción en una *Acacia* dentro de la misma colonia y a otra *Acacia* de una colonia diferente.

Discusión

Las reacciones de agresión sobre las hormigas de *P. spinicola* de un parche, por hormigas de la misma especie de otro parche, evidencian que pertenecían a colonias diferentes. La mínima agresión proveniente de los individuos de la misma colonia parece haber estado influenciado por la manipulación de la hormiga tanto por la pintura aplicada, así como por la reintroducción de la misma a una colonia diferente, donde la interacción con estos individuos pudo haber alterado su olor y no ser reconocido así por su propia colonia.

Por otro lado, la relativa igualdad en el número de individuos agredidos y no agredidos por la colonia diferente, responde al comportamiento de la hormiga dentro de dicha colonia, el cual estuvo caracterizado principalmente por la evasión a otros individuos y al enfrentamiento, puesto que la hormiga permaneció la mayor parte del tiempo en el

mismo lugar en donde se la dejó. Ante el reconocimiento de encontrarse en un lugar diferente a su colonia, la hormiga pudo haberse inhibido a explorar las demás estructuras de la planta.

Nuestras observaciones reportan diferentes niveles de agresividad, particularmente cuando se introdujo la hormiga de una colonia en otra. Con los datos obtenidos, se demuestra que efectivamente existe una capacidad de reconocimiento de los individuos de una misma colonia de los individuos lejanos en otros árboles de la misma colonia.

Referencias

- Begon M. , Harper J. L. & Townsend C. R. 1986. Ecology : Individuals, populations and communities. Sinauer Associates, Massachusetts.
- Holldobler B. & Wilson E. 1990. The Ants. Harvard University Press, Massachusetts.
- Janzen D. H. 1991. *Pseudomyrmex ferruginea* (Hormiga del cornizuelo, Acacia – Ant) En: Janzen D. H. Historia Natural de Costa Rica. Universidad de Costa Rica.
- Suárez A. V., De Moraes C. & Ippolito A. 1998. Defense of *Acacia collinsii* by an Obligate and Nonobligate Ant species: The Significance of Encroaching vegetation. En: *Biotropica* 30 p. 480 – 482.

NOTA CORTA

RECONOCIMIENTO DE LAS TRAMPAS DEL LEÓN DE HORMIGAS (*MYRMELION SP.*) POR LA HORMIGA *ECTATOMA RUIDUM*

David Suárez, Irene Zager, Luciana Elizalde, Luis R. González, Gustavo Londoño y Bill Wcislo.

Editor: Marcelo Ardón

Palabras Clave: *Ectatomma ruidum*, *Myrmelion*, depredación, reconocimiento

Ectatomma ruidum es una hormiga que construye los nidos en el suelo y se alimenta de insectos y néctar (Weber 1946, Janzen 1991). Aunque en el género se ha descrito el uso de caminos de sustancias químicas durante la migración del nido y el inicio del forrajeo (Overall 1986) se sabe que utilizan la vista para orientarse (W. Wcislo com. pers.). Uno de los depredadores más importantes de hormigas son las larvas de *Myrmelion* sp. (*Myrmelionidae*: Neuroptera) conocidas como “el león de las hormigas” (McClune 1991). Para la captura de sus presas los leones de las hormigas construyen en el suelo unas trampas cónicas y se colocan en el fondo de éstas. Cuando la presa cae la larva la muerde con las mandíbulas y le inyecta un compuesto tóxico (W. Wcislo com. pers.).

Este estudio está dirigido a determinar la capacidad de los individuos de *Ectatoma ruidum* para evitar las trampas de *Myrmelion* sp. Si los individuos de esta especie son capaces de reconocer estas trampas entonces esperamos que el número de individuos que caen en las trampas sería menor que el número de individuos que evitan las trampas. Además, el número de individuos que caen en las trampas debería disminuir con el transcurso del día al aumentar el reconocimiento del mismo.

El presente estudio se realizó en el mes de enero, al inicio de la época seca, en el parque nacional Palo Verde, provincia de Guanacaste, Costa Rica. La formación vegetal dominante es el bosque tropical seco conformado principalmente por árboles deciduos que pierden las hojas durante la estación seca que se extiende desde diciembre hasta mayo. La temperatura media de la región es 30°C y la precipitación promedio anual no rebasa los 1500 mm (Gómez 1986).

Se colectaron 50 larvas del león de hormigas (*Myrmelion* sp.) y cada individuo se colocó en una pequeña bandeja de 5 x 7 x 3 cm (ancho, largo, profundidad) rellena con un sustrato similar al encontrado junto a las trampas de *Myrmelion* sp. Alrededor de 5 nidos de *Ectatoma ruidum* seleccionados arbitrariamente se colocaron 10 bandejas con las larvas de *Myrmelion* sp. Las bandejas se ubicaron de forma que el borde superior quedase a nivel del suelo y el centro de ésta a 30 cm aproximadamente de la entrada de los nidos.

Posteriormente se contó la cantidad de hormigas que reconocieron y las que no reconocieron las trampas. Se consideró que la hormiga reconoció la trampa cuando llegaba al borde de la misma y se retira, mientras que si cae en la trampa se considera que no la reconoce. Estos conteos se realizaron en tres intervalos de tiempo cada uno de 30 minutos de duración. El primer intervalo fue en la mañana (11:00-11:30) y los otros fueron en la tarde (2:10-2:40 y 3:30-4:00).

El número de hormigas que reconocen las trampas de *E. ruidum* representa sólo el 18.8% de hormigas observadas (Fig. 1).

La tendencia general observada en la Fig. 1 se mantiene a lo largo del día. Como puede verse en la Fig. 2 el número de hormigas que reconocen las trampas siempre es mucho menor que el de las que no reconocen las trampas.

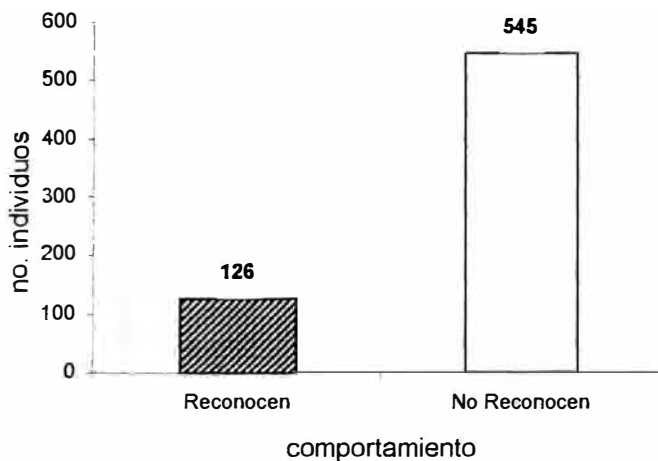


Fig. 1. Comportamiento de *Ectatoma ruidum* ante las trampas de *Myrmelion* sp.

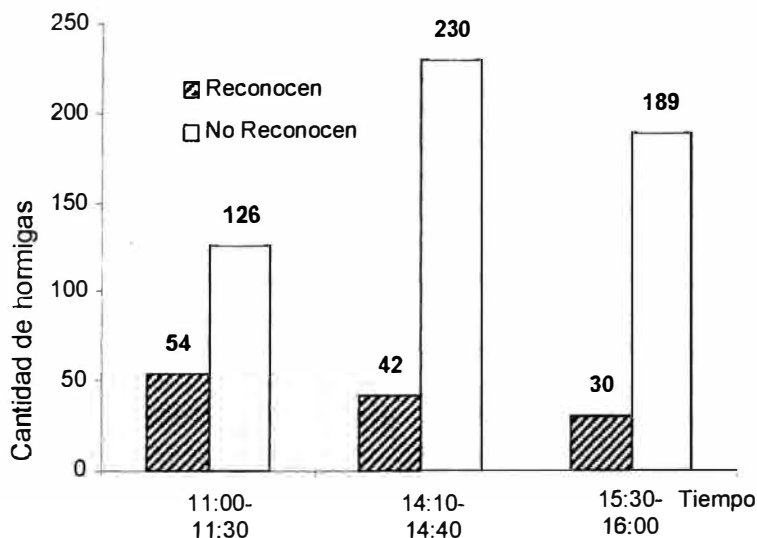


Fig. 2. Comportamiento de las hormigas durante el día ante la presencia de trampas de *Myrmelion* sp.

Contrariamente a lo inicialmente esperado, se observó la tendencia de los individuos de *Ectatoma ruidum* a caer en las trampas incluso tras varias horas de exposición a las trampas de este depredador. Posiblemente estos resultados hayan estado condicionados por las siguientes razones: (1) las poblaciones de *Ectatoma ruidum* estudiadas estaban muy alejadas de las zonas donde las ninfas de *Myrmelion* se desarrollaban, por tanto estos individuos no estaban sometidos a este depredador por lo que no tenían ninguna experiencia previa y (2) las trampas de *Myrmelion* no constituyen una amenaza importante para las poblaciones de *Ectatoma ruidum* pues durante las observaciones la mayoría de las hormigas que cayeron salieron de las trampas. La realización de este experimento en nidos de *E. ruidum* próximos a larvas de *Myrmelion* podría esclarecer, si era necesario más tiempo para el aprendizaje o si decididamente estas larvas no representan una presión para esta especie de hormiga.

Referencias

- Gómez, L.D. 1986. Vegetación de Costa Rica. Apuntes para una biogeografía costarricense. Vegetación y clima de Costa Rica. Vol. 1. Universidad Estatal a Distancia. San José.
- Janzen, D.H. 1991. Insectos. Introducción. pp. 631-657. En: Janzen, D. H. Historia natural de Costa Rica. Universidad de Costa Rica.
- McClune, M.S. 1991. *Mymelion* (Hormiga León, Ant Lyons). pp. 755-757. En: Janzen, D. H. Historia natural de Costa Rica. Universidad de Costa Rica.
- Overall, W.L. 1986. Recrutamento e divisão de trabalho em colônias naturais da formiga *Ectatomma quadridens* (Fabr.) (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae). Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi Zoologia 2:113-135.
- Weber, N.A. 1946. Two common ponerine ants of possible economic significance, *Ectatoma tuberculatum* (Oliver) and *E. ruidum* (Roger). Proceedings of the Entomological Society of Washington 48:1-16.

FRECUENCIA DE FORRAJEО EN JUVENILES DE *JACANA SPINOSA*: EFECTO DEL GRUPO

Irene Zager & Gabriel Colorado

Resumen. Evaluamos el efecto de la presencia de individuos de la misma especie sobre la frecuencia de forrajeo de los juveniles de *Jacana spinosa* (Aves: Jacanidae). Ésta se evaluó a nivel de individuo como el número de picotazos dados sobre el sustrato en un minuto. Tanto para juveniles como para individuos adultos no se detectaron diferencias en la tasa de picotazos con la variación de la composición del grupo (juveniles con adultos vs. juveniles solamente). Igualmente, no se presentaron variaciones en la tasa de forrajeo durante el transcurso del día ni con el tamaño del grupo. Probablemente estos resultados estén asociados a la avanzada edad de los juveniles observados (50-60 días). Para ellos, el efecto de la presencia de compañeros de bandada, sean adultos o juveniles, más que el cuidado parental, parece ser determinante en el comportamiento de forrajeo.

Palabras Clave: Cuidado parental, *Jacana spinosa*, forrajeo en grupo.

Introducción

La *Jacana spinosa* (Aves: Jacanidae) es un ave acuática bastante común en las áreas con vegetación flotante de Costa Rica, siendo este país su límite sur de distribución. Al igual que los demás miembros de esta familia, los individuos de esta especie presentan dedos elongados como una adaptación para caminar, alimentarse y anidar en plantas acuáticas flotantes. Se alimentan principalmente de insectos, peces pequeños y caracoles cosechados en la superficie de la vegetación, aunque también pueden consumir los óvulos y semillas de ninfeas o lotos (Jenni 1991, Stiles y Skutch 1995).

Esta especie se caracteriza por ser poliándrica simultánea: cada macho defiende un pequeño territorio de alimentación y anidación del que excluye a todos los demás machos, mientras que cada hembra defiende los territorios adyacentes de varios machos (de 1 a 4) contra todos los intrusos conespecíficos, incluyendo los machos vecinos con quienes tiene lazos simultáneos. Los machos son los encargados de construir el nido, así como de incubar y cuidar a los polluelos de los depredadores (e.g. gallinas de agua, tortugas, caimanes). Las hembras hacen algunos movimientos de construcción del nido y en ocasiones montan guardia en la vecindad de los polluelos, mientras que los machos se alimentan en otra parte (Jenni 1991).

Por otra parte, los jóvenes precoces nunca son alimentados por los adultos, pero tienden a alimentarse más rápidamente cuando están acompañados por un macho (Jenni 1991). Este comportamiento podría estar asociado directamente a una reducción del riesgo de depredación determinado por la vigilancia activa y defensa por parte del adulto. Según esto, el cuidado parental favorecería una mayor tasa de forrajeo en los jóvenes. Una explicación alternativa sería que los adultos no representen una imagen parental sino un compañero de forrajeo, reduciendo el riesgo individual de depredación sólo por el efecto de la "bandada".

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la presencia de adultos o de otros juveniles de su misma especie, así como del tamaño del grupo, sobre la tasa de forrajeo de los juveniles de *Jacana spinosa*.

Materiales y Métodos

Este estudio se realizó entre el 20 y 21 de Enero de 2003 en la laguna Palo Verde. Hicimos observaciones directas con binoculares sobre individuos focales en grupos de *Jacana spinosa* de tamaño y edades diferentes, que se encontraban a una distancia de 2 a 20 m de nosotros. En este sentido, discriminamos seis categorías dependiendo del individuo sobre el que se realizó la observación (juvenil o adulto), el tipo de grupo en que se encontrara (mixto u homogéneo) y si se encontraba solitario o acompañado. Las categorías utilizadas fueron: **AA**: grupo de adultos, **A(S)**: Adulto solitario, **JJ**: grupo de juveniles, **J(S)**: juvenil solitario, **AJ**: adulto observado en grupo de individuos de diferentes edades, **JA**: juvenil observado en grupo de individuos de diferentes edades.

Debido a la variabilidad espacial y temporal de la distribución de los individuos, consideramos como miembros de un mismo grupo sólo a aquellos individuos que estuvieran separados entre sí por una distancia menor a 5 m.

Para cada individuo registramos tanto el número de picotazos dados sobre presas potenciales como el tiempo dedicado a la vigilancia. El período de observación fue de un minuto. Asumimos un picotazo como el evento en que el ave introdujera su pico en el sustrato, independiente del éxito de captura. Los registros se alternaron en diferentes grupos que fueron localizados desde el borde de la laguna. Se realizaron un total de 128 observaciones en un total de 9.5 horas.

Comparamos el número promedio de picotazos dados por los individuos en un minuto según el tipo de grupo al que pertenecían por medio de un análisis de varianza (ANOVA) . Este análisis se realizó con el paquete estadístico STATISTICA (StatSoft 1998).

Resultados

La frecuencia de forrajeo para individuos juveniles fue independiente del tipo de grupo en que se encontrara el individuo ($F_{3, 81} = 1.67$, $p = 0.18$). Sin embargo, se observa una tendencia a que los juveniles forrajeen en promedio menos tiempo cuando se encuentran solitarios y más cuando están acompañados por otros juveniles. El grupo que presentó un mayor promedio de picotazos por minuto fue el de los adultos (Fig. 1).

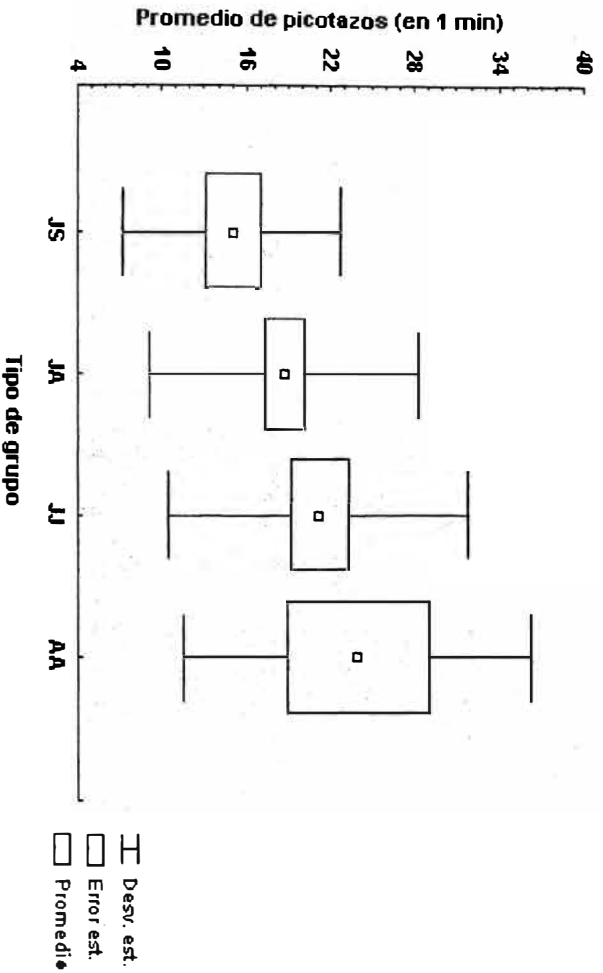


Fig. 1. Promedio del número de picotazos de los individuos de *Jacana spinosa*, según el tipo de grupo. J(S): grupo de juveniles, JA: juvenil observado en grupo de individuos de diferentes edades, JJ: grupo de juveniles, AA: grupo de adultos.

Para evaluar el efecto del cuidado parental (protección de los juveniles) sobre el tiempo dedicado al forrajeo por individuos adultos, comparamos el número promedio de picotazos en grupos de adultos de diferente composición (Fig. 2). No se presentaron diferencias en el tiempo dedicado al forrajeo cuando había juveniles ($F_{2,45} = 0.77$, $P = 0.47$), aunque la variación individual fue muy grande.

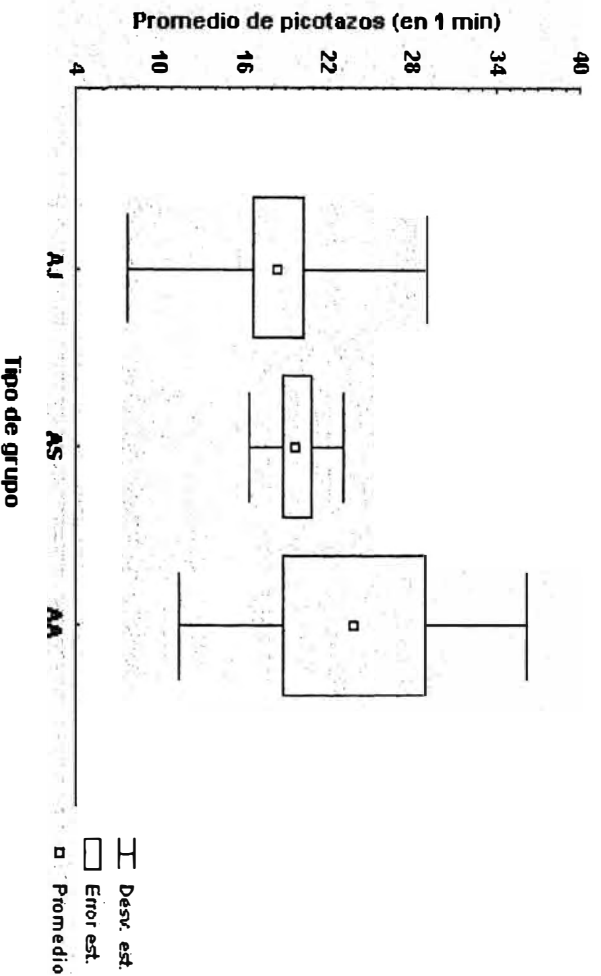


Fig. 2. Promedio del número de picotazos de los individuos adultos de *Jacana spinosa*, según el tipo de grupo.

Igualmente, evaluamos el efecto del tamaño del grupo sobre la frecuencia de forrajeo de los juveniles. No se observó ninguna tendencia de incremento o disminución del número de picotazos a medida que aumentaba el tamaño del grupo ($r = -0.13$, $P = 0.55$, Fig. 3).

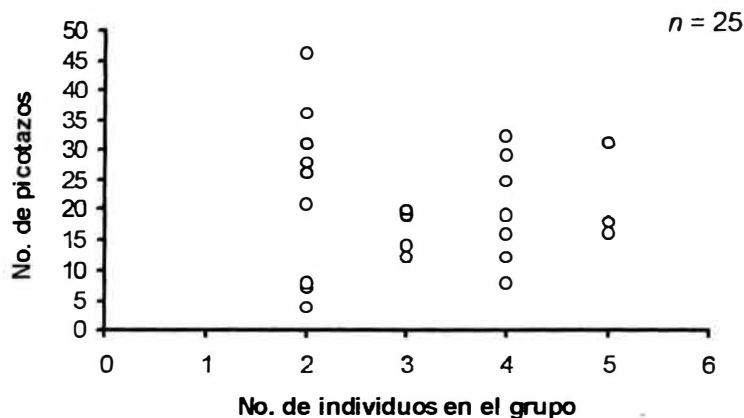


Fig. 3. Número de picotazos por minuto de juveniles de *Jacana spinosa* en grupos de diferente tamaño.

Para evaluar el efecto de la hora del día en la frecuencia de forrajeo, graficamos el número de picotazos dados por juveniles a diferentes horas del día. No se presentó ninguna tendencia de aumento o disminución del forrajeo con el paso del día ($r = -0.0054$, $p = 0.97$, Fig. 4).

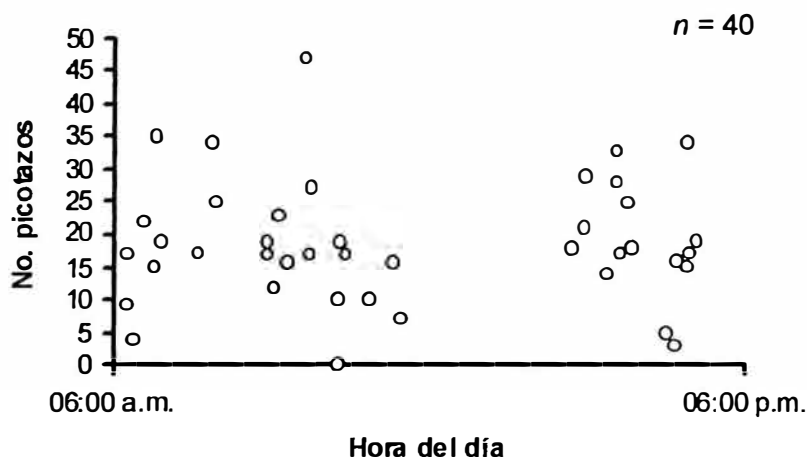


Fig. 4. Variación en el número de picotazos dados por individuos juveniles de *Jacana spinosa* a lo largo del día.

Adicionalmente, registramos el tiempo dedicado a la vigilancia de acuerdo al tipo de grupo (Cuadro 1). Se observan altas variaciones en el tiempo de vigilancia a nivel individual, independientemente del tipo de grupo.

Cuadro 1. Tiempo de vigilancia de individuos focales de *Jacana spinosa* en la Laguna de Palo Verde. AA: grupo de adultos, A(S): Adulto solitario, JJ: grupo de juveniles, J(S): juvenil solitario, AJ: adulto observado en grupo de individuos de diferentes edades, JA: juvenil observado en grupo de individuos de diferentes edades. (DE: desviación estándar).

<i>Categoría</i>	<i>N</i>	Tiempo promedio de vigilancia (s)	DE
AA	6	3.17	2.04
A(S)	10	2.60	3.84
JJ	25	11.92	12.23
J(S)	14	7.50	8.72
AJ	32	12.06	14.91
JA	41	8.17	14.44

Discusión

Los resultados obtenidos indican que la frecuencia de forrajeo de las jacanas no depende de la composición del grupo del que forma parte. Es decir, el efecto de la presencia de un adulto parece ser el mismo al de la presencia de un juvenil. Este comportamiento puede estar asociado al hecho de que los juveniles de *J. spinosa* observados eran de edad avanzada (entre 50 y 60 días), estando próximos a abandonar el territorio de sus madres. Es muy probable que en esta etapa de su vida el cuidado parental ejercido por los machos adultos pierda importancia, pasando a adquirir un papel fundamental en la determinación de las conductas la asociación con otros individuos, independientemente de que sean adultos o juveniles.

Es lógico pensar que en esta etapa de su ciclo de vida, en la que muchos juveniles eran incluso más grandes que los adultos, la presión de depredación se asemeje a la de los de los individuos de más edad, aunque la presión en los adultos siempre será un poco mayor debido a su plumaje llamativo. En este caso, el simple hecho de formar parte de un grupo confiere beneficios antidepredación a los individuos de dos formas. En primer lugar, el "efecto dilución" determina que el riesgo de ataque y captura de un individuo dado se reduce de forma proporcional al tamaño del grupo (Uetz y Hieber 1997). En segundo lugar, al formar parte de un grupo, el tiempo individual dedicado a la vigilancia debería reducirse, por lo que se podría dedicar un mayor esfuerzo a otras actividades, tales como el forrajeo y el descanso.

En nuestro caso, aunque sí se observó una tendencia a formar grupos, la misma no estuvo relacionada con una reducción del tiempo dedicado a la vigilancia por los individuos. Esto contrasta con los resultados obtenidos por Correa (2000), quien encontró para *Jacana spinosa* en la misma localidad variaciones densodependientes en el tiempo dedicado a vigilancia, mostrando una disminución de esta actividad a medida que los grupos se hacían más grandes. Una posible explicación para estas diferencias es que este autor *evaluó* grupos de jacanas de tamaños mucho mayores (hasta 30 individuos), por lo que en nuestro caso el efecto de la densidad puede no haberse hecho evidente debido a los pequeños tamaños de los grupos observados.

Además, a pesar de no ser significativa, se observó una tendencia general, tanto en juveniles como en adultos, a tener una mayor frecuencia de forrajeo al estar acompañados por otros individuos en comparación a cuando están solos. Esto respalda la hipótesis del

efecto de la bandada, en que el forrajeo en grupo disminuye el tiempo dedicado a vigilancia e incrementa el tiempo dedicado a la búsqueda de alimento y otras actividades.

A pesar de las similitudes en las tasas de alimentación, los adultos tendieron a dedicar más tiempo al forrajeo cuando se encontraban en grupos de su misma categoría, probablemente por el efecto de encontrarse en grupo, sumado al hecho de que no tuvieran que dedicar tiempo a la vigilancia y cuidado de juveniles.

Hay que destacar que ambas hipótesis (cuidado parental vs. bandada) no son necesariamente excluyentes. Podrían estar actuando simultáneamente el efecto del cuidado parental y de la bandada aunque, por el efecto del crecimiento de los juveniles, se de progresivamente un cambio de imagen parental a conformación de grupos de diferentes edades y tamaños. Una prueba de esto es la tendencia general a encontrar juveniles en grupos más que encontrarlos solitarios, por lo que el cuidado parental y el concepto de bandada pueden obrar al mismo tiempo. De esta forma, los individuos de *Jacana spinosa* cuando se encuentran en estados cercanos a la madurez estarían reconociendo a los individuos adultos como compañeros de bandada para el forrajeo más que como imagen parental.

Referencias

- Correa A. 2000. Comportamiento en *Jacana spinosa* dependientes de la densidad poblacional. Pp. 243 – 245. En: Farji-Brener A.G. y G. Barrantes. Ecología Tropical y Conservación 2000-2. Universidad de Costa Rica y Organización para Estudios Tropicales.
- Jenni D.A. 1991. *Jacana spinosa* (Jacana Centroamericana, mulita, cirujano, gallito de agua, Northern Jacana). Pp 595 – 597. En: Janzen D.H. (ed.). Historia Natural de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica. San José.
- Stiles F.G. y A. F. Skutch. 1995. Guía de Aves de Costa Rica. Heredia, C.R.
- Uetz, G. W. y Hieber, C. S. 1997. Colonial web-building spiders: balancing the costs and benefits of group-living. Pp. 458-475. En J. C. Choe y B. J. Crespi (Eds.). Social behavior in insects and arachnids. Cambridge University Press, Inglaterra.

ASPECTOS DEL COMPORTAMIENTO Y ALIMENTACIÓN EN PICHONES DE *JABIRU MYCTERIA*

Evelyn K. Astudillo Sánchez & Josué Ramírez Romero

Resumen. El *Jabiru mycteria* es una especie que forrajea en lagos y lagunas estacionales de agua dulce. Se alimenta de peces, preferentemente de anguilas, duerme y anida en árboles altos, donde también construye los nidos que utiliza año tras año. Existe poca información sobre reproducción y alimentación de pichones. Debido a esto nos propusimos hacer observaciones directas de un nido de *J. mycteria* con tres pichones por un período de 12 hrs, empleando un telescopio. La alimentación consistió de anguilas y un regurgitado parcialmente digerido con apariencia de cangrejo o caracol. El pichón más grande tuvo la mayor frecuencia de alimentación, acicalamiento, defecación y jugueteos con pichones y adultos. Los adultos no mostraron preferencia para dar el alimento y no existió agresividad entre pichones antes de la llegada del adulto, sugiriendo que la alimentación no es jerárquica.

Palabras Clave: *Jabiru mycteria*, alimentación de pichones, regurgitar.

Introducción

El *Jabiru mycteria* es una especie de gran tamaño que forrajea en pantanos, lagos y estanques de agua dulce, la mayor parte lo hacen solos pero ocasionalmente se encuentran con espátulas (*Ajaia ajaja*) o *Mycteria americana* (Stiles & Skutch 1995). Esta cigüeña se alimenta de materia vegetal, artrópodos, bivalvos, pequeños reptiles y peces, siendo un ictiófago con preferencia en anguilas (Villareal 1996).

El período de reproducción es a finales de agosto a finales de marzo. Una vez establecida, la pareja empiezan a construir el nido que es una gran plataforma sobre árboles altos, y es utilizado año tras año. Después de la cópula, ambos individuos realizan la anidación y el cuidado parental; ponen por lo general de 2 a 4 huevos (Stiles & Skutch 1995).

Las poblaciones que se encuentran entre el Suroeste de México y el Noroeste de Costa Rica están amenazadas por la pérdida de hábitat (Luthin, 1987 citado en Villareal 1996). La Laguna de Palo Verde es el sitio de alimentación y anidación para algunas parejas reproductoras (Villareal 1996).

Nuestro interés en esta especie radicó en la poca información existente sobre reproducción y alimentación de pichones de *J. mycteria* en el Parque Nacional Palo Verde, en la cual se encontró un nido de esta especie, con tres pichones de un mes de eclosionados (Ulises, com. pers.), accesible y adecuado para realizar observaciones de comportamiento. Por la importancia de estudios sobre especies con poblaciones actualmente amenazadas como *Jabiru mycteria*, decidimos realizar un estudio descriptivo con énfasis en la alimentación de tres pichones en un nido construido en un árbol de aproximadamente 35 m. Nuestro objetivo fue determinar si los padres mostraban preferencia por alimentar alguno de los pichones porque la diferencia de tamaño era notable y una posible explicación sea que la distribución del alimento no es equitativa entre pichones por lo podrían establecer alguna relación jerárquica basada en interacciones agresivas entre ellos.

Materiales y Métodos

Realizamos el estudio en enero de 2003, en los alrededores de la Laguna del Parque Nacional Palo Verde, Costa Rica. Empleamos el método de observación directa, utilizando un telescopio (Swarovski Optik, 30x – 60x) desde las 06H15 hasta las 18H15 a 120 m de distancia.

Registramos la frecuencia de alimentación, defecación, acicalamiento, agresiones y jugueteos en los pichones para buscar diferencias en patrones de alimentación de estos y si las hubiera relacionarlo con los patrones de actividad. Así como las frecuencias de llegadas de adultos con alimento y los intentos de jugueteos y acicalamiento con adultos. Distinguimos entre macho y hembra adultos en base a diferencias en tamaño.

Definimos jugueteos como el contacto físico recíproco de picos entre pichones y adultos e intentos de jugueteos cuando no fueron recíprocos. Realizamos observaciones en bloques de 15 minutos alternadas por dos observadores. Registramos la frecuencia de las diferentes categorías de comportamiento en pichones. Obtuvimos un total de 12 horas continuas de observación.

Resultados

La alimentación de los pichones consistió en: anguilas regurgitadas enteras y un regurgitado parcialmente digerido con apariencia de cangrejo o caracol.

El pichón más grande se alimentó, en cuatro ocasiones, de las cuales, tres veces fueron anguilas: a las 6:00, 13:00 y 17:00 hrs, y una sola vez de alimento regurgitado parcialmente digerido (11:00 hrs).

El pichón más pequeño consumió el primer alimento que los adultos trajeron (anguila). Sin embargo, no fue el primer evento de alimentación en el nido (el pichón más grande ya estaba comiendo, al iniciar las observaciones. El pichón mediano consumió la segunda anguila que un adulto trajo al nido (9:00 hrs.). Tanto el pichón pequeño como el mediano consumieron solo una anguila cada uno, y dos veces en la misma hora (13:00 hrs) consumieron alimento parcialmente digerido (Cuadro 1).

El espacio de tiempo entre alimentos es de aproximadamente 2 a 3 horas (anguilas) y al medio día hubo el regurgitado (Cuadro 1).

La frecuencia de defecación varió entre pichones (Fig. 1). El más grande defecó más veces, evento que posiblemente está relacionado con la mayor tasa de alimentación.

El pichón más grande tuvo la mayor frecuencia de acicalamiento y jugueteos (con pichones y adultos) (Figs. 2 a 4).

Cuadro 1: Horario de alimentación de pichones en *Jabiru mycteria*

Alimento	Hora	Pichón Grande	Pichón Mediano	Pichón Pequeño
Anguila	06H15	X		
Anguila	07H00			X
Anguila	09H30		X	
Anguila	11H30	X		
Regurgitado	13H00		X	X
Regurgitado	13H30	X	X	X
Anguila	17H30	X		

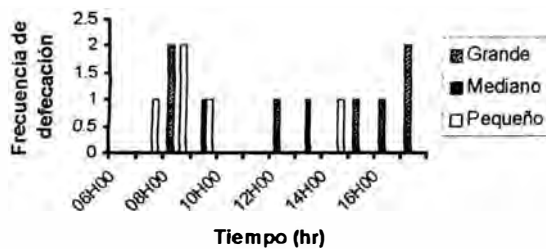


Fig. 1. Frecuencia de defecación

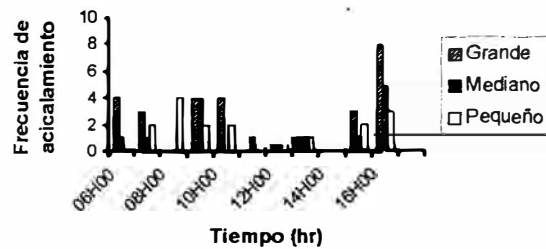


Fig. 2. Frecuencia de acicalamiento

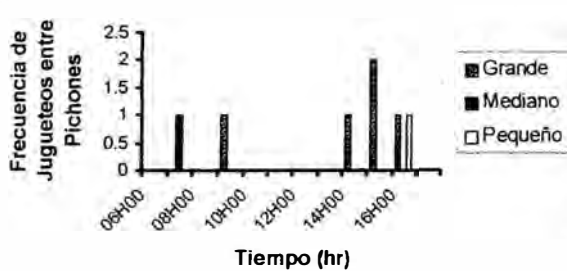


Fig. 3. Frecuencia de Jugueteos entre Pichones

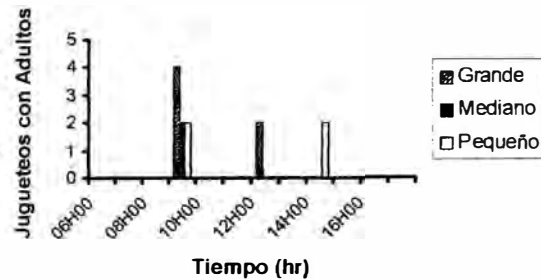


Fig. 4. Frecuencia de Jugueteos entre pichones y adultos

Discusión

El pichón más grande fue el más activo y probablemente el primero en eclosionar. Al parecer tiene una mejor condición física por lo que se acicala y juega más frecuentemente que los otros dos pichones.

El pichón más grande fue el que tuvo la más alta frecuencia de alimentación. Es posible que no ganó el alimento (anguilas) en la segunda y tercera ocasión que los adultos llegaron con este, porque estaría aún digiriendo el alimento que terminaba de consumir al momento en que comenzaron las observaciones. Pero fue el último en alimentarse al finalizar nuestras observaciones. Esto sugiere que es el pichón más activo (vigoroso) y que su alimentación no es tan espaciada a lo largo del día.

Cabe recalcar que los adultos, no mostraron preferencia por alimentar algunos de los pichones. Tampoco existió agresividad indicándonos que la alimentación diferencial de los pichones no se debe a una estructura jerárquica basada en la agresividad de los pichones, sino a una disponibilidad del alimento.

Los únicos indicios de agresividad entre los pichones fueron unos jalones moderados para conseguir la comida. Esto parece indicar que, con disponibilidad de alimento no existe una agresividad marcada. Sin embargo, en condiciones de escasez de alimento, el pichón más fuerte (dominante) tendría mayor probabilidad de sobrevivir.

Referencias

- Stiles, F. G. & Skutch, A. F. 1995. Guía de Aves de Costa Rica. INBIO.
 Villareal, Johnny. 1996. Comportamiento, Reproducción y Pérdida de Hábitat en el *Jabiru mycteria*. Tesis de Maestría en Manejo de Vida Silvestre y Conservación. Universidad Nacional.

¿QUÉ COME UN GRUPO DE MONOS CARA BLANCA (*CEBUS CAPUCINUS*) EN UN DÍA?

Xyomara Carretero & Gustavo Londoño

Resumen. Estudiamos el comportamiento de alimentación en una tropa de monos cara blanca (*Cebus capucinus*: familia Cebidae), durante un día, en un bosque seco del pacífico de Costa Rica (Palo Verde, Guanacaste). El grupo estudiado estaba formado por 14 individuos (3 hembras adultas, un macho adulto, 3 machos subadultos, una hembra juvenil, 4 machos juveniles y 2 juveniles de sexo indeterminado). La distribución espacial del grupo se mantuvo en todas las actividades así: dos machos subadultos adelante dirigiendo el grupo, un grupo central con las hembras, el macho adulto y cinco juveniles y cerrando el grupo un macho subadulto y dos juveniles. La proporción de tiempo invertido en alimentación por machos y hembras fue similar. El tiempo empleado para el consumo de frutos fue mayor en ambos sexos respecto a invertebrados, debido a que estos últimos son más difíciles de encontrar. Consumieron ocho especies de frutos y varias de invertebrados, para estos últimos los sustratos de forrajeo más utilizados fueron hojas vivas y muertas; otros sustratos empleados fueron cortezas de árboles grandes, ramas y huecos en árboles grandes. Las hembras consumieron más invertebrados respecto a los machos, debido a que estas estaban lactando y para primates se ha reportado que durante este periodo los requerimientos energéticos de las hembras aumentan hasta en un 50%.

Introducción

Janzen (1986) considera los bosques secos como el ecosistema tropical en mayor peligro debido a que la distribución de estos bosques ha sido reducida a pequeñas fracciones de su área original. Los bosques secos se diferencian de los bosques siempreverdes o semidecíduos en la cantidad y estacionalidad de la precipitación anual, con una época seca que puede durar entre cuatro y ocho meses afectando profundamente las condiciones microclimáticas debido a los cambios fenológicos, e influyendo en la disponibilidad de recursos como invertebrados y frutos utilizados por los monos. Especies de amplia distribución y poblaciones en bosque seco, como *Cebus capucinus*, muestran adaptaciones fisiológicas y ecológicas que van unidas a esta estacionalidad climática (Bullock et al. 1995). Debido a esto es importante estudiar las interacciones y comportamientos alimenticios de los animales en este tipo de ambiente, uno de estos es el mono cara blanca (*Cebus capucinus*) que es un primate arboreo, diurno de cola prensil. Dentro del género *Cebus* hay cuatro especies de las cuales *C. capucinus* es la única presente en Centroamérica, habitando los bosques de bajura sobre la costa del Caribe y los bosques secos de la costa pacífica, hasta alturas de 1500 m.s.n.m. para Costa Rica y Panamá (Freese 1991). Se encuentran en grupos de 5-30 individuos, desde el oeste de Honduras hasta el oeste de Ecuador. Son primates omnívoros, que consumen en su mayoría frutos, yemas y flores, invertebrados, pequeños vertebrados y huevos de aves (Reid 1997). El comportamiento de estos primates en el bosque seco es muy poco conocido debido a esto, estudiamos la dieta y los movimientos de un grupo de *C. capucinus*, con el fin de determinar la proporción de frutos e invertebrados consumidos por hembras y machos durante un día en la época seca, en un bosque seco.

Métodos

Este trabajo lo realizamos en el Parque Nacional Palo Verde. La precipitación anual es de 1500mm con una temperatura promedio de 30°. El tipo de vegetación predominante es bosque bajo semidecíduo con únicamente dos estratos de árboles. Los árboles del dosel son de 20 a 30 m de altura, este está dominado principalmente por miembros de la familia Fabaceae. Los árboles del sotobosque son de 10 a 20 m de alto (Freese 1991).

Los días 20 y 21 de enero seguimos un grupo de monos cara blanca (*C. capucinus*). El primer día (20 de enero) se siguieron de 15:35 a 17:45 con el fin de facilitar su encuentro en la mañana siguiente. Es importante decir que la tropa era mansa, ya que nunca se registraron comportamientos agresivos hacia nosotros como arrojar ramas o realizar vocalizaciones de alarma, además los individuos forrajeaban a bajas alturas (0-15 m) lo cual permitía observaciones más fáciles y precisas. El segundo día (21 de enero) dicho grupo fue seguido desde las 6:00 hasta 17:30. Para el registro de las actividades del grupo, actividad de cada individuo por categoría y sexo empleamos el método de barrido lento (Lehner 1979) tomando datos en intervalos de 5 minutos de la cantidad de individuos observados en un barrido dentro del campo de visión nuestro. Además empleamos el método de animal focal (Lehner 1979) para determinar las tasas de forrajeo de un macho y una hembra, se tomaron focales continuos de un minuto cada tres minutos para cada individuo alternando los sexos, registrándose la cantidad de degluciones de frutos e invertebrados consumidos por ellos durante este tiempo. También registramos los ítems consumidos fuera de los focales por estos u otros individuos.

Analizamos los datos de alimentación obtenidos mediante tablas de contingencia de Chi-cuadrado para determinar si existían diferencias entre el tiempo empleado en cada ítem alimenticio consumido por las hembras y los machos, y la tasa de forrajeo de frutos e invertebrados entre hembras y machos.

Resultados

Composición del grupo

El grupo estudiado estuvo formado por 14 individuos, de los cuales 3 fueron hembras adultas cada una con una cría de movimiento semi-independiente (razón por la cual en este trabajo se tomaron como juveniles), 1 macho adulto que probablemente es el macho alfa del grupo, 3 machos subadultos, 1 hembra juvenil, 4 machos juveniles y 2 juveniles de sexo indeterminado.

La distribución espacial de los individuos durante el movimiento presentó un patrón en el cual los individuos que inician el movimiento son 2 machos subadultos seguidos por el grupo central, que no siempre se desplazan inmediatamente y que en general permanecía unido. El grupo central estaba conformado por las 3 hembras adultas con sus crías, el macho adulto (alfa), 5 juveniles (2 machos, 1 hembra, 2 sexo indeterminado). Cerrando el grupo iba un macho subadulto (es posible que por tamaño de este macho, ya no sea un subadulto sino un adulto o macho beta) y 2 juveniles (o posibles subadultos) machos. Esta disposición espacial se mantuvo durante el resto de actividades del grupo; como alimentación, descanso e interacciones sociales.

Tiempo dedicado al forrajeo

Machos y hembras emplearon similar cantidad de tiempo para alimentarse y para realizar diferentes actividades sociales. El tiempo empleado para la alimentación fue mayor, en ambos casos, para invertebrados respecto a frutos (Fig. 1). Hembras vs. Machos (no

forrajeo): $X^2 = 638.7$, $p < 0.01$, G.L. = 2; Hembras vs. Machos(Invertebrados): $X^2 = 1121$, $p < 0.01$, G.L. = 2; Hembras vs. Machos(Frutos): $X^2 = 312$, $p < 0.01$, G.L. = 2; Frutos vs. Invertebrados vs. No forrajeo (Machos): $X^2 = 256$, $p < 0.01$, G.L. = 2; Frutos vs Invertebrados vs. No forrajeo (Hembras): $X^2 = 262$, $p < 0.01$, G.L. = 2.

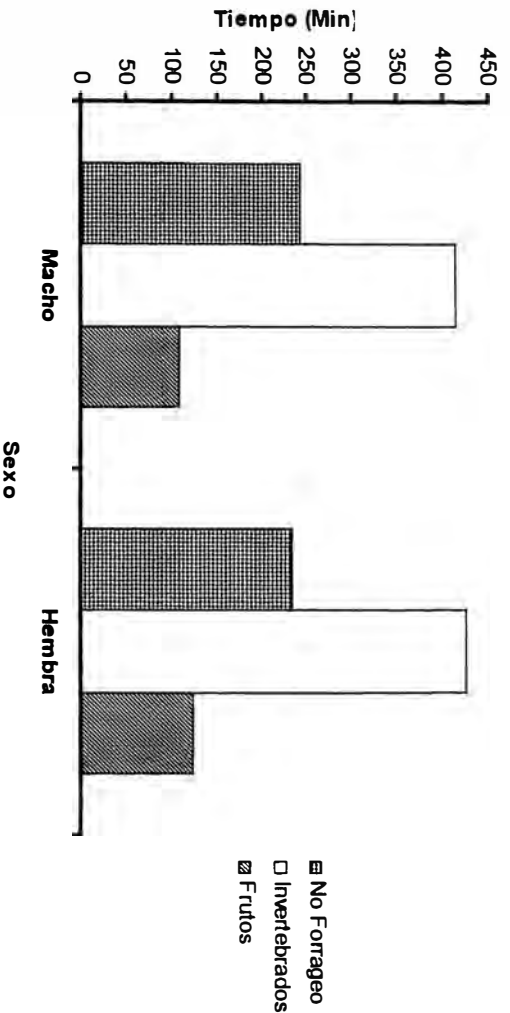


Fig. 1. Tiempo (minutos) empleado para el forrajeo de invertebrados y frutos, y actividades de no forrajeo entre machos y hembras. Machos $n = 769$; Hembras $n = 785$

Tasas de forrajeo

Los machos consumen más cantidad de frutos que las hembras. Lo contrario ocurrió en el consumo de invertebrados, donde las hembras tuvieron una tasa de mayor a la observada respecto a los machos. (Fig. 2). Hembras vs. Machos (Invertebrados): $X^2 = 26$, $p < 0.01$, G.L. = 1; Hembras vs. Machos(Frutos): $X^2 = 67$, $p < 0.01$, G.L. = 1; Frutos vs Invertebrados (Machos): $X^2 = 46$, $p < 0.01$, G.L. = 1; Frutos vs Invertebrados (Hembras): $X^2 = 52$, $p < 0.01$, G.L. = 1.

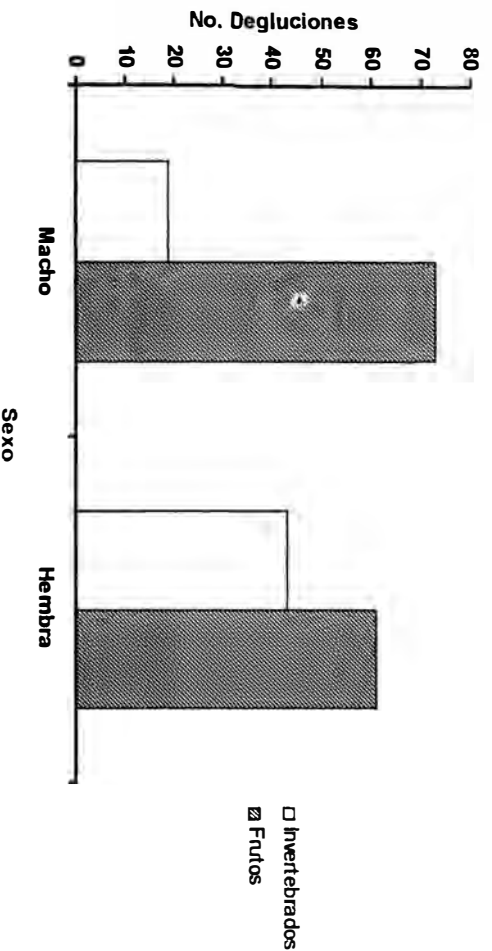


Fig. 2. Tasa de forrajeo de invertebrados y frutos para hembras y machos de *Cebus capucinus*.

Items consumidos

El grupo consumió 8 especies de frutos. De éstas las más consumidas fueron tres (Fig. 3). Además consumieron invertebrados como grillos, principalmente de la familia Tettigoniidae, larvas de avispas y hormigas, hormigas adultas, insectos de la familia Membracidae y una gran cantidad de invertebrados no determinados. El forrajeo de estos invertebrados fue realizado principalmente en hojas vivas y muertas. Otros sustratos de forrajeo empleados fueron cortezas de árboles grandes, ramas y huecos de árboles. La mayor cantidad de grillos consumidos fueron capturados en huecos de árboles, donde generalmente había más de un grillo y el individuo que lo encontraba se quedaba hasta que se comía todos los que hallara, cuidando el recurso de los demás individuos del grupo. En el caso de los insectos escamas encontrados en grupo, el individuo que los encontraba comía cada vez todos los que podía tomar con la mano. Las larvas de avispas y hormigas consumidas eran sacadas directamente de los nidos sin importar la reacción de los adultos que algunas veces también eran comidos.

También observamos en una oportunidad el consumo de un huevo de ave, encontrado en el hueco de una rama lateral a 15 metros del suelo en un árbol grande. El huevo era completamente blanco y medía aproximadamente 5.5 x 3.5 cm. En una ocasión se observaron individuos arrancando flores para poder consumir el néctar de estas.

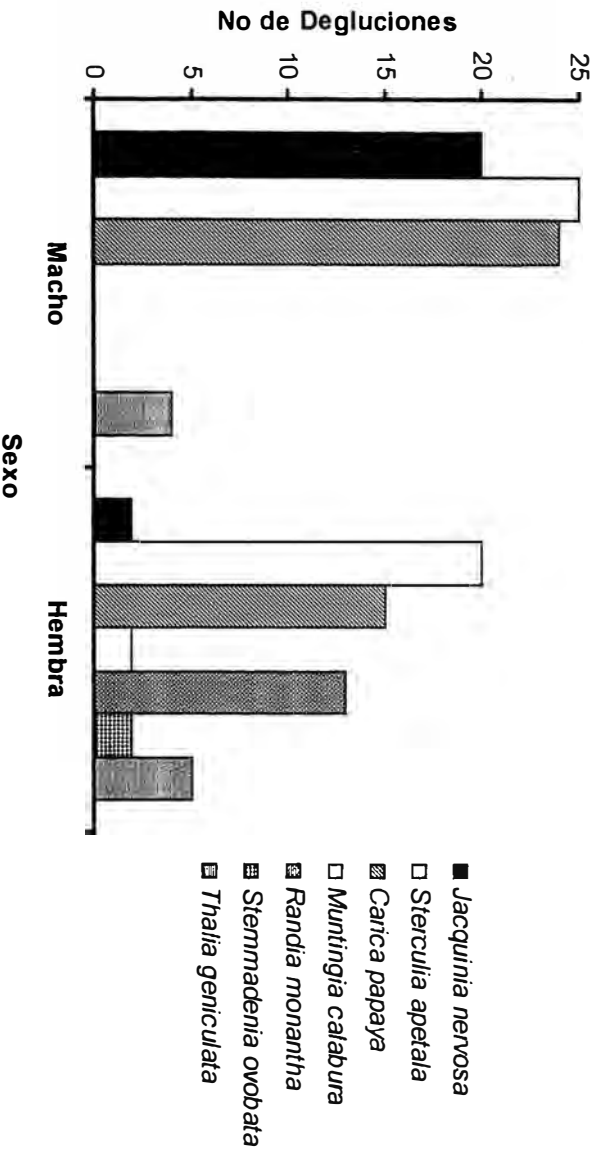


Fig. 3. Consumo de cada especie de fruto en *C. capucinus*.

Movimientos

El primer día la tropa se encontró en el ojo de agua "la piletá" ubicado al nororiente de la estación. El grupo se dirigió en línea recta hacia un árbol de *Sterculia apetala* demorándose 40 minutos en llegar y recorriendo una distancia aproximada de 400 m. El segundo día se encontraron en este mismo árbol y se dirigieron hacia la laguna en una línea recta a una velocidad lenta demorándose 40 min en llegar a la carretera x sendero mapache (600m aprox.) y de aquí 145 min al borde de la laguna (300m aprox.). Después en línea recta se dirigieron hacia la carretera recorriendo (300m aprox.) en 94 min, de aquí se dirigieron paralelamente a la carretera hasta un árbol de *Carica papaya* (900m aprox.).

ubicado en la loma que queda al sur-orienté del comienzo del sendero mapache a la cual se demoraron 64 min (anexo 1).

Discusión

La ubicación central de las hembras y juveniles, así como la ubicación de los individuos dominantes del grupo (hembra y macho alfa) en esta misma zona es la misma reportada para todas las especies del género *Cebus*. Esta distribución se ha propuesto como una estrategia de protección contra predadores empleada por primates y otros mamíferos para asegurar que la descendencia llegue a la edad adulta, así como una estrategia que asegura el monopolio de los recursos encontrados por miembros subordinados del grupo (Di Bitetti 1999). En este caso el núcleo central del mismo conserva una estructura marcada de composición y relaciones entre los individuos del mismo que parecen conservar una jerarquía como la encontrada para *Cebus apella*, donde existe un macho alfa dominante y una hembra alfa dominante que mantienen relaciones estrechas y prioridad al acceder a los recursos encontrados por el grupo, especialmente los frutos (Gómez 1996).

Los primates tienen habilidades complejas para recordar y navegar en el espacio entre recursos fijos que se mantienen estables o se renuevan dependiendo de los cambios en la distribución espacial de los recursos. Estos recursos pueden ser árboles con frutos (Milton 1981, Garber 1989) o pozos de agua (Altmann 1974). Estudios sugieren la existencia de mapas espaciales en primates y otros animales (Janson & Di Bitetti 1997). El movimiento en línea recta y no aleatoriamente ha sido propuesto como evidencia de un mapa espacial, ya que restringe las visitas a recursos altamente productivos en vez de pequeños recursos con productividad baja (Garber 1989). Sin embargo puede tener otras implicaciones como evitar en donde se forrajeo previamente por invertebrados (Janson & Di Bitetti 1997).

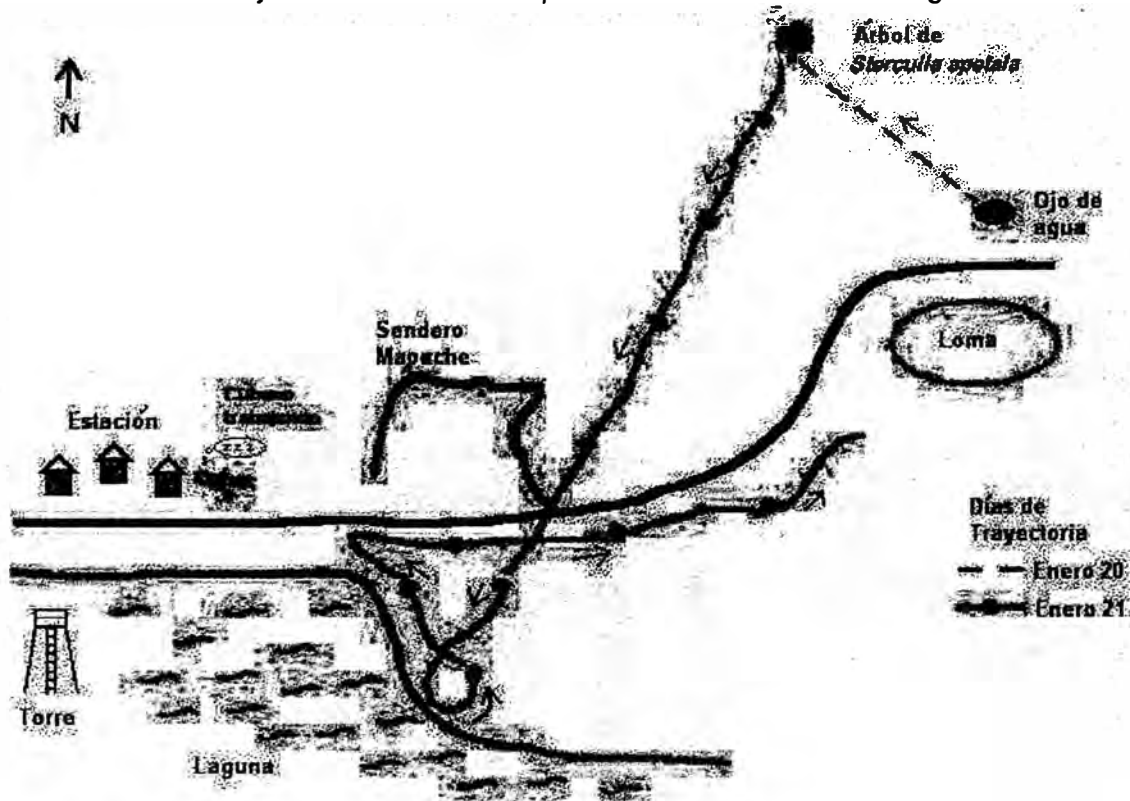
La diferencia en el tiempo de forrajeo invertido por hembras y machos en los diferentes ítems, se puede deber a que el encuentro y captura de estos es diferente. Los frutos son un recurso predecible temporal y espacialmente respecto a los invertebrados, lo que permite su ubicación con facilidad. Lo contrario ocurre con los invertebrados que son un recurso impredecible en tiempo y espacio, que aporta una recompensa proteica importante. Esto permitiría una mayor inversión de tiempo de búsqueda de invertebrados por parte de los consumidores. Hay que tener en cuenta que los individuos tomados como focales en este estudio son los dominantes (hembra y macho alfa) y por lo tanto son los que tienen una mayor monopolización de los recursos encontrados por el resto del grupo (Di Bitetti 1999), esto explicaría porque el tiempo invertido por ambos es similar. Por otra parte, la ventaja intrínseca de los individuos que son más hábiles para capturar dichas presas y que no necesariamente son los dominantes (Di Bitetti & Janson 2001), juega un papel importante en el número de capturas de invertebrados.

La tasa de encuentros de presas depende de la distancia a la que estas pueden ser detectadas (Schonener 1971), esto puede variar con el tipo y tamaño de presas, la especie y edad del depredador, las tácticas forrajeo, el hábitat y la velocidad de los movimientos de los forrajeadores (Janson & Di Bitetti 1997). La diferencia en las tasas de forrajeo de invertebrados entre hembras y machos se puede explicar si tenemos en cuenta los requerimientos energéticos de las hembras en el momento de este estudio. Las crías de estas hembras son de movimiento semi-independiente y aún están lactando. Las hembras por estar lactando aumentan hasta en un 50% sus requerimientos energéticos, lo que implica un aumento en las tasas de consumo que en este caso se ve reflejado en un mayor consumo de invertebrados. Dichos invertebrados principalmente aportan proteínas importantes tanto para las hembras como para las crías (Robin *et al.* 1988).

Referencias

- Altman S.A. 1974. Baboons, space, time, and energy. *Am Zool* 14: 221-248.
- Bullock, S.H.; Mooney, H.A. & Medina E. 1995. Seasonally dry tropical forest. Cambridge university press.
- Di Bitetti M. S. 1999. La vida en sociedad de los primates: costos y beneficios. *Ciencia Hoy* 9 : 33-45.
- Di Bitetti M. S. & Janson C.H. 2001. Social foraging and the finder's share in capuchin monkeys, *Cebus apella*. *Animal Behaviour* 62: 47-56.
- Freese C. H. 1991. *Cebus capucinus* (Mono cara blanca, white-faced capuchin). Pp. 472 – 474. En, D. H. Janzen (ed.) *Historia Natural de Costa Rica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Garber P.A. 1989. Role of spacial memory in primate foraging patterns: *Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*. *Amer J Primatol* 19: 203-216.
- Gómez, M.C. 1996. Patrón de actividad y área de acción de un grupo provisionado de mico maicero, *Cebus apella*, Linnaeus, 1758 (Primates: Cebidae) en el Parque Nacional Natural Tinigua, Meta, Colombia. Trabajo de grado (Bióloga). Pontificia Universidad Javeriana.
- Janson C.H. & Di Bitetti M.S. 1997. Experimental analysis of food detection in capuchin monkeys: effects of distance, travel speed, and resource size. *Behav Ecol Sociobiol* 41: 17-24.
- Janzen, D. H. 1986. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137. En, E. O. Wilson *Biodiversity* (ed.). Nacional Academic press. Washington, USA.
- Lehner, P.N. 1979. *Handbook of ethological methods*. Garland STPM Press, New York & London.
- Milton, K. 1981. Distribution patterns of tropical food plants as an evolutionary stimulus to primate mental development. *Am. Antropol.* 83: 534-548.
- Reid F.A. 1997. *A field guide to the mammals of central america and southeast mexico*. Oxford University Press. New York.
- Robin et al. 1988. *Primate social systems: studies in behavioural adaptation*. Chapman & Hall. Gran Bretaña. Cp. 3: 33 – 54.
- Schoener T.W. 1971. Theory of feeding strategies. *Ann Rev Ecol Syst* 2: 369-404.

ANEXO 1. Trayectorias de *Cebus capucinus* en los dos días de seguimiento.



ANUROS ASOCIADOS A CUERPOS DE AGUA EN LA ÉPOCA DE SEQUÍA DEL BOSQUE SECO TROPICAL PALO VERDE

Carlos C. Martínez y Ruth Percino-Daniel

Resumen. La época de sequía representa un periodo difícil para muchos anuros, ya que la disminución de humedad en el ambiente y la falta de lluvia deshidrata la piel permeable de los anuros. Solo un número reducido de anuros permanece activo dentro del bosque durante este periodo, siempre asociados a cuerpos de agua (oasis). Determinamos la abundancia de los anuros presentes en dos de estos cuerpos de agua en el bosque de Palo Verde y comparamos la presencia y abundancia de estas especies con las características de microhábitats disponibles en ambos lugares. Hallamos dos especies predominantes, *Hyla microcephala* (Hm) y *Leptodactylus melanonotus* (Lm) con otras especies menos abundantes. La especie dominante de suelo, *L. melanonotus*, se encontró en mayor abundancia en áreas con hojarasca mas profunda y ambas especies se encontraron en mayor abundancia conforme nos acercamos al cuerpo de agua. Los dos sitios compartieron tres de las cinco especies de anuros.

Palabras Clave: Anuros, bosque tropical seco, cuerpos de agua, *Hyla microcephala*, *Leptodactylus melanonotus*.

Introducción

Los bosques secos tropicales albergan una gran diversidad de fauna (Ceballos 1995), sin embargo, la marcada estacionalidad del bosque trae consigo un periodo difícil cuando llega la época de sequía, en especial para aquellos que necesitan de ambientes húmedos para vivir (Murphy y Lugo 1995). Los anfibios, entre otros grupos, tienen mecanismos para afrontar estas condiciones de sequía. Muchos se retiran a localidades reclusas y húmedas a estivar durante todo el periodo de sequía, mientras que otros se asocian mas directamente a cuerpos de agua permanentes (Duellman y Trueb 1986).

Se encuentran 18 especies de anuros en Parque Nacional de Palo Verde (Gill 1997), la mayoría de ellos estivando, debido a la falta de humedad y lluvia que trae la época de sequía. Solo algunas especies permanecen activas, asociadas a pequeños oasis dentro del bosque. Por esto, en este trabajo caracterizamos los oasis en Palo Verde con el fin de determinar la selección de microhábitats por parte de los anuros más comunes en estos sitios.

Materiales y Métodos

Seleccionamos dos oasis dentro del bosque, el primero ubicado al noreste del edificio de la Estación Biológica, en el Ojo de agua I, en una pileta de agua de 14.76 m² que recoge agua de un manantial. El segundo lugar, Ojo de agua II, es un pequeño riachuelo (de 10 m) que sale de una toma de agua y luego es canalizado hasta un desagüe que desemboca en la Laguna de Palo Verde, localizado al suroeste de la Estación.

En ambos sitios, muestreamos 2.5 m alrededor de la fuente de agua, por dos noches seguidas, los días 22 y 23 de enero de 2003, buscando anuros tanto en el suelo como en los arbustos. El área muestreada del Ojo de agua I fue de 58.87 m² y el área de muestreo del Ojo de agua II fue de 50 m². Tomamos seis medidas de profundidad de hojarasca de forma aleatoria en el área muestreada alrededor de los cuerpos de agua. También medimos la temperatura y humedad de cada área, abundancia de insectos

(alimento), especies de anuros presentes y número de individuos de cada especie, así como la distancia a la que se encontraban del cuerpo de agua. Para la abundancia de insectos, colocamos en ambos lugares 10 trampas de agua (platos de plástico con agua y unas gotas de detergente) en el suelo de forma aleatoria y contamos los insectos que cayeron. Analizamos los datos por medio de pruebas de frecuencias de χ^2 para comparar las frecuencias observadas de ranas en los dos sitios. También calculamos correlaciones de Spearman para evaluar la relación de la distancia a los cuerpos de agua con respecto a la abundancia de ranas.

Resultados

Encontramos un total de cinco especies de anuros, dos de ellas en mayor abundancia, estas son *Hyla microcephala* ($n = 139$) y *Leptodactylus melanonotus* ($n = 213$). La primera, es una especie de rana arborícola que se encuentra mayormente en los arbustos asociados a cuerpos de agua, es pequeña (>25 mm de punta de hocico a cloaca) y puede bajar al suelo por las noches para alimentarse de artrópodos pequeños (Duellman, 1990). *L. melanonotus* en cambio, es una especie terrestre, asociada directamente a hábitats riparios, mide hasta 50 mm de punta de hocico a cloaca y se puede encontrar en agregaciones en áreas húmedas (Duellman 1990). Además de las dos especies dominantes, registramos a *Physalaemus pustulosus* ($n = 5$), *Rana valliati* ($n = 1$) y *Ololygon staufferi* ($n = 3$). *Physalaemus pustulosus* estuvo presente en ambos sitios, *Rana valliati* solo en el ojo de agua I, y a *Ololygon staufferi* solo en el Ojo de agua II.

En ambos registramos una temperatura de 24°C y una humedad del 61%. En el Ojo de agua I, obtuvimos un promedio de 12.78 ± 6.4 (desviación estándar DS) cm de profundidad de hojarasca, mientras que en el ojo de agua II un promedio de 2.28 ± 2.05 DS cm de hojarasca. La abundancia relativa de la especie *H. microcephala* en ambos sitios fue similar ($\chi^2 = 1.31$, $gl = 2$, $P = 0.25$). Mientras que la abundancia relativa de *L. melanonotus* fue mayor en el Ojo de agua I ($\chi^2 = 9$, $gl = 2$, $P < 0.001$) en comparación con el Ojo de agua II, 209 para el Ojo de agua I y nueve para el Ojo de agua II (anexo 1).

La abundancia de ranas disminuye al alejarse del agua ($r_s = -0.99$ $P < 0.001$ para H_m y $r_2 = -0.98$ $P < 0.001$ para L_m , en el Ojo de agua I). En el caso de *Hyla microcephala* también existe una relación negativa con respecto a una distribución vertical, de ramas y arbustos ($r^2 = -0.93$ $P < 0.001$, Ojo de agua I).

Capturamos seis diferentes ordenes de insectos: Diptera, Hymenoptera (Formicidae), Hymenoptera (Avispas), Coleoptera, Lepidoptera, Ortoptera, Hymenoptera y Hemiptera. En el Ojo de agua I, registramos al menos un representante de cada una, y en el Ojo de agua II solo los primeros cuatro ordenes. La mayor abundancia de posibles presas ($N = 44$) fue mayor en el primer sitio en comparación al segundo sitio ($N = 27$) (Anexo II).

Discusión

La selección de microhábitat en estas ranas parece estar relacionado mayormente por la profundidad de hojarasca en suelos que rodean estos cuerpos de agua y por la presencia de charcas debajo de la hojarasca. En época de sequía probablemente sólo éstas áreas mantienen las condiciones para que estas especies puedan evitar la desecación y mantenerse activos. En el caso de *L. melanonotus*, la distribución de está limitada a estos cuerpos de agua, ya que solo la encontramos en alta densidad en las áreas inundadas del Ojo de agua I y no en otros sitios (obs. pers.) *H. microcephala*, siendo una especie arborícola, tiene mayor movilidad en estos oasis, pero su frecuencia disminuye conforme aumenta la distancia a los cuerpos de agua, tanto horizontal y verticalmente. Para

esta rana, es probablemente mas importante la presencia de arbustos cercanos a los cuerpos de agua, que la concentración de hojarasca. La estrategia de concentrarse en áreas inmediatas a cuerpos de agua, produce una alta densidad de anuros, lo cual aumenta la competencia por recursos de alimento. La abundancia de insectos fue mayor en el Ojo de agua con más hojarasca, proveyendo mas fuente de alimento en las áreas de mayor densidad de anuros y reduciendo posiblemente el nivel de competencia por alimento que podría surgir al concentrarse los anuros cerca del agua (G. Barrantes com. pers.). Esto indica que ciertamente los anuros no son los únicos que enfrentan dificultad por estar en sequía y que el concentrarse en estos oasis no solo les permite explotar el recurso disponible de la humedad, sino que les permite explotar el recurso del alimento, que igualmente puede ser mas escaso en la época seca.

Referencias

- Ceballos, G. 1995. Vertebrate diversity, ecology and conservation in Neotropical dry forest. Pp. 195-220. En S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina (Eds.) *Sesonal dry forest*. Cambridge University Press. Cambridge. Reino Unido.
- Duellman, W. 1990. Herpetofaunas in Neotropical rainforests: Comparative composition, history, and resource use. Pp. 455-487. En A. Gentry (Ed). *Four Neotropical Rain Forests*. Yale University Press. Londres, Reino Unido.
- Duellman, W. y L. Trueb. 1986. *Biology of amphibians*. Mc Graw Hill. Estados Unidos de America.
- Gill, D. 1997. A checklist of the reptiles and amphibians of Palo Verde, Costa Rica. Publicación especial. Organización para estudios tropicales. Costa Rica.
- Murphy, P. G. y A. Lugo. 1995. Dry forest of Central America and the Caribbean. Pp. 2-34. En S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina (Eds.) *Sesonal dry forest*. Cambridge University Press. Cambridge. Reino Unido.

Anexo 1. Frecuencia de ranas en los dos sitios de muestreo.

<i>Hyla microcephala</i>	Hojarasca	Arbustos	Agua	Total	Densidad (# de ind/ m ²)
	s				
Ojo Agua I	37	35	7	79	1.34
Ojo Agua II	9	51	0	60	1.2
<i>Leptodactylus melanolotus</i>					
Ojo Agua I	107	14	83	204	4.08
Ojo Agua II	1	1	7	9	0.152

Anexo 2. Frecuencia de insectos en cada sitio.

Ordenes	Ojo de agua I (# de ind/ m ²)	Ojo de agua II (# de ind/ m ²)
Diptera	28	18
Hymenoptera (Formicidae)	3	6
Hymenoptera	4	1
Coleoptera	1	1
Lepidoptera	1	1
Orthoptera	5	0
Hemiptera	1	0
Hymenoptera	1	0
Densidad total de insectos	0.75	0.54

CONSECUENCIAS DE LA RELACIÓN *ACACIA COLLINSII* - *PSEUDOMYRMEX* SPP. EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLÁNTULAS Y REBROTES DE *ACACIA COLLINSII*

Alain Carretero & Delicia Pino

Resumen. Con el objetivo de identificar la influencia de *Pseudomyrmex spinicola* y *P. flavicomis* en el establecimiento de plántulas y rebrotes de *Acacia collinsii* en el bosque seco del Parque Nacional Palo Verde, seleccionamos 8 parches de *A. collinsii* colonizados solamente por *P. spinicola*. Estos fueron comparados con otras 8 parches colonizadas por *P. flavicomis*. En estos parches registramos el número de individuos de *Acacia*, la altura y presencia-ausencia de cuernos. *A. collinsii* colonizada por *P. spinicola* mostró una baja densidad de individuos inferiores a 20 cm, esta densidad se incrementó en las categorías de tamaño mayor a 20 cm. Por lo que concluimos que *A. collinsii* se ve favorecida en el establecimiento de plántulas y rebrotes por la colonización de *P. spinicola*.

Palabras Clave: Mutualismo Acacia-Pseudomirmex, colonización, densidad de plantulas y rebrotes.

Introducción

Las hormigas son el grupo animal que mayor interacción tiene con las plantas, la mayoría de las relaciones simbióticas de plantas con hormigas son consideradas como verdaderos mutualismos, donde las hormigas obtienen alimento y refugio y las plantas obtienen protección contra los herbívoros. Un clásico caso de mutualismo es el que existe entre plantas del género *Acacia* y las hormigas del género *Pseudomyrmex* (Schultz 2000).

En los bosques secos de Costa Rica, las plantas de *Acacia collinsii* se encuentra frecuentemente colonizadas por 3 especies de hormigas: *Pseudomyrmex flavicomis*, *P. spinicola* y *P. nigrocintus*. Son varios los estudios que proponen la relación mutualista entre *Acacia* y *Pseudomyrmex* basados en la protección a la planta de herbívoros por parte de las hormigas (Brow 1960, Holldobler & Wilson 1990) y el suministro de alimento y refugio para las hormigas (Belt 1874), siendo definido *Pseudomyrmex* como mutualista obligado de *Acacia* (Ward 1993).

El mutualismo existente entre *Acacia collinsii* y las hormigas *Pseudomyrmex spinicola* y *P. flavicomis* muestra notorias diferencias, expresadas en la formación de claros. La vegetación alrededor de la *A. collinsii* colonizada por *P. spinicola* es escasa o prácticamente nula, lo que no sucede con las *A. collinsii* colonizadas por *P. flavicomis*.

Con el objetivo de identificar cual de las especies de *Pseudomyrmex* contribuye con más eficiencia al establecimiento de plántulas y rebrotes de *A. collinsii* y asumiendo que el éxito está en función de la especie de hormiga que la coloniza, realizamos el presente estudio, esperando un mayor establecimiento de plántulas y rebrotes de *Acacia* colonizadas por *P. spinicola*, por ser esta especie más agresiva en relación a *P. flavicomis*.

Métodos

Este estudio lo realizamos en enero del 2003, en un bosque seco tropical ubicado en el Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica. Para comparar la influencia de las dos especies de hormigas del género *Pseudomyrmex* en el establecimiento de *Acacia collinsii*, seleccionamos ocho parches de esta *Acacia* colonizadas por *P. spinicola* las que fueron comparadas con otros ocho parches habitados por *P. flavicomis*. El muestreo lo realizamos en pares de parches con ambas especies de hormigas. Para evitar comparar plantas y colonias de diferente tamaño, seleccionamos pares de parches que tuvieran

árboles madre con dimensiones similares de altura y diámetro en la altura del pecho (DAP). Adicionalmente para determinar si existe alguna relación entre el tamaño de la población de hormigas y el tamaño del parche de *Acacia*, medimos la densidad de la colonia de hormigas. Para esto, trazamos una línea imaginaria a una altura de 1,30 m en el tronco del árbol madre y registramos el número de hormigas que cruzaban la línea durante un minuto.

Estas plantas tenían a su alrededor otros individuos de la misma especie y consideramos esta agregación como un parche. Denominamos plántulas a las plantas que crecen alrededor del árbol madre, sin discriminar si se originaron por semilla o por rebrote. Para evitar el efecto de borde del camino y la sobreposición de parches de *Acacia*, seleccionamos colonias que se encontraban alejadas del camino y que estaban físicamente aisladas de otras colonias vecinas.

Dentro de cada parche establecimos cuatro categorías de tamaño de plántulas: Categoría a (1-20 cm), categoría b (21-60 cm), categoría c (61-100 cm) y categoría d (> a 100 cm). Establecimos un radio de 2 m a partir del árbol madre y realizamos el conteo de plántulas dentro del área. Tomamos los siguientes datos: número total de plántulas de *Acacia collinsii* por categorías de tamaño, presencia y ausencia de cuernos en las plántulas.

Para comparar la densidad de plántulas entre pares de especies por parche, empleamos la prueba no paramétrica de Wilcoxon y para analizar la relación entre tamaño de la población de hormigas y el tamaño del parche de *Acacia collinsii*, realizamos un análisis de correlación de Spearman.

Resultados

La densidad total de plántulas alrededor de acacias madre colonizadas por *Pseudomyrmex flavicornis* es similar a la colonizada por *P. spinicola* ($Z = 0,280$; $p = 0,779$; $n = 8$) (Fig. 1).

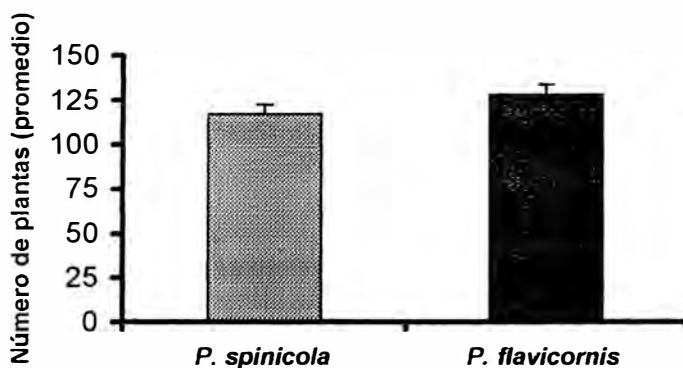


Fig 1. Densidad de plántulas de *A. collinsii* colonizadas por *Pseudomyrmex* spp.

Al disgregar la población en diferentes categorías de tamaño (Fig. 2), es notorio que las plántulas en su primer estadio (1-20 cm) son más abundantes alrededor de árboles colonizados por *P. flavicornis* ($Z = 2,52$; $p = 0,012$; $n = 8$). La densidad de individuos de *A. collinsii* cambia notoriamente, existiendo en los parches colonizados por *P. flavicornis* una disminución en la segunda categoría (21-60 cm) ($Z = 1,83$, $p = 0,08$; $n = 8$), en la tercera

categoría (61-100 cm) ($Z = 0,52$; $p = 0,60$, $n = 8$) y cuarta categoría (> 100 cm) ($Z = 1,3$; $p = 0,21$; $n = 8$) en relación a la densidad de individuos de *A. collinsii* colonizada por *P. spinicola*.

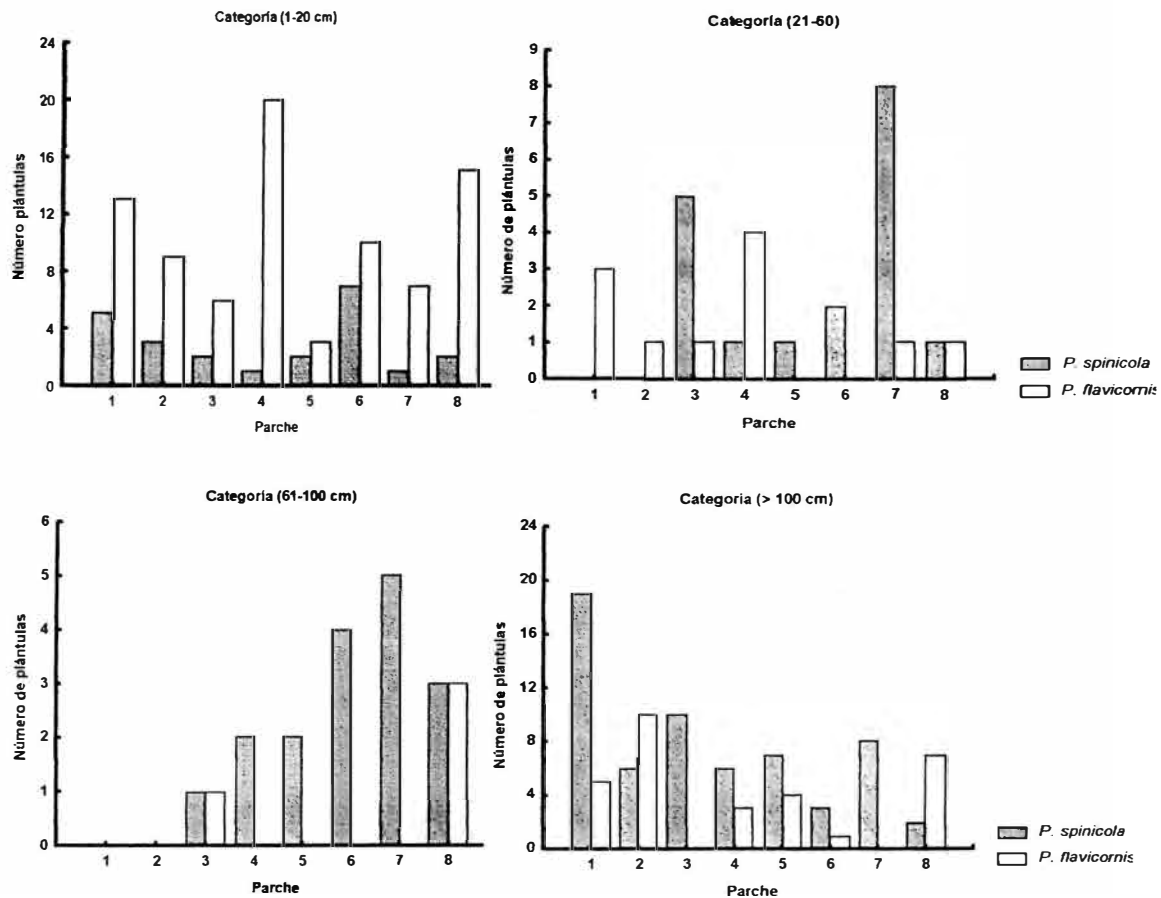


Fig. 2. Frecuencia de individuos de *A. collinsii* por categoría de tamaño, colonizado por *Pseudomyrmex spinicola* y *P. flavicornis*.

La proporción de individuos no colonizados es superior en las poblaciones de *A. collinsii* asociados con *P. flavicornis*, puesto que la mayoría de estas plántulas se encuentran por debajo de 20 cm de altura y aún no han desarrollado sus cuernos, por lo tanto no han sido colonizados por ninguna de las especies de hormiga (Fig. 3).

Existe una relación directa entre la densidad de hormigas y el número de plántulas colonizadas por *P. spinicola* ($r_s = 0,96$; $p = 0,0004$; $n = 7$), lo que no sucede con las poblaciones colonizadas por *P. flavicornis* ($r_s = 0,288$; $p = 0,53$; $n = 7$).

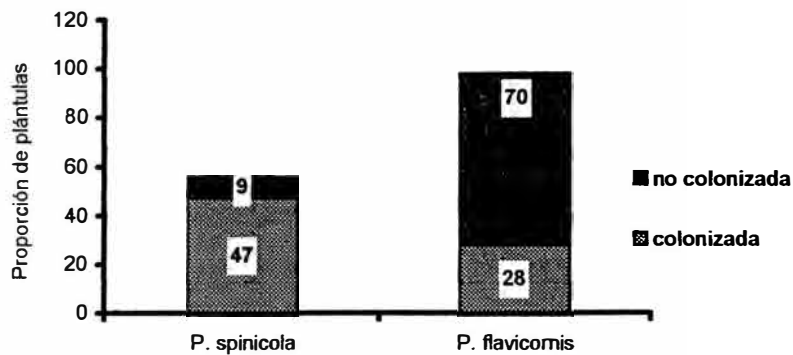


Fig 3. Proporción de plántulas colonizadas y no colonizadas por *Pseudomyrmex* spp.

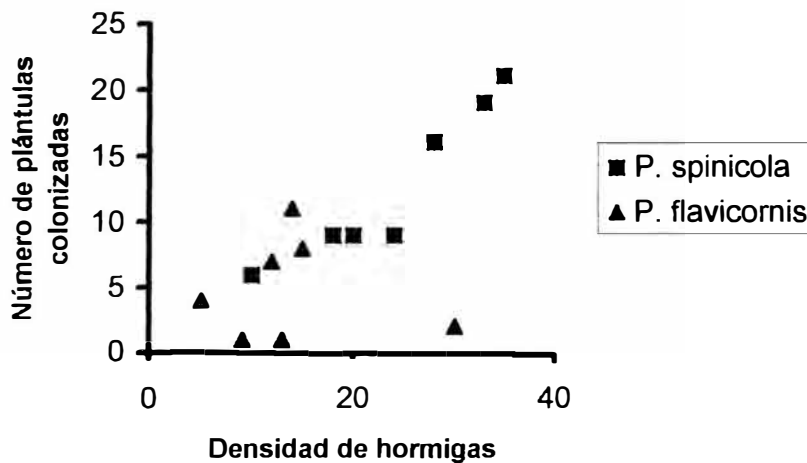


Fig 4. Correlación entre densidad de hormigas de *P. spinicola*, *P. flavicornis* y número de plantas colonizadas.

Discusión

La razón por la que en muchos casos encontramos menos plántulas alrededor de las colonias de *P. flavicornis* probablemente está relacionado a su comportamiento de no limpiar alrededor de la colonia, esto permite el crecimiento de hierbas y la acumulación de hojarasca formando un mantillo de protección. Estas condiciones microambientales de temperatura, humedad y nutrientes son favorables para el establecimiento de las plántulas pequeñas, por lo menos en sus primeros estadios de crecimiento. Efecto inverso se da en las poblaciones colonizadas por *P. spinicola*, ya que esta muestra una conducta de limpieza de todas las plantas que crecen alrededor de la colonia como una estrategia para evitar la invasión a través del contacto con otras plantas. Esta limpieza incluiría posiblemente a plántulas de la misma especie de Acacia, creando de esta forma un área con mayor exposición a las influencias microambientales lo que pone en desventaja a las plántulas que buscan establecerse en esas áreas. Entonces, si *P. spinicola* asume la estrategia de limpieza total alrededor de su colonia, surge la interrogante ¿Si *P. spinicola* poda todas las plantas alrededor de la colonia, cómo puede asegurarse la existencia de hospederos de tamaño superior a los 20 cm?, ante esto creemos que la especie asume la estrategia de autoregulación en la poda en función a las necesidades de crecimiento de la colonia. Este

supuesto se vería reforzado con la correlación existente entre la densidad de la población de hormigas y el número de plantas en el parche, estableciéndose que una población de *P. spinicola* más densa ocupa mayor cantidad de plantas de *Acacia*, por lo tanto necesita garantizar la existencia de individuos colonizables. Esta autoregulación sugerida tendría una fuerte relación con la actividad de control de ataque de competidores que emplean la vegetación circundante.

Se ha reportado que las hormigas pueden modificar el patrón de distribución espacial de algunas plantas. Similar situación se observa en *A. collinsii* colonizada por *P. spinicola* pues esto modifica el entorno de *A. collinsii* para asegurar la sobrevivencia de su colonia y de la *Acacia*. El mayor establecimiento de plántulas con tamaño superior a los 20 cm en *A. collinsii* colonizado *P. spinicola* nos permite suponer que *P. spinicola* cumple un rol más eficiente en el establecimiento de plántulas y brotes a diferencia de *P. flavicomis*.

Referencias.

- Belt, T. 1874. The naturalist in Nicaragua. John Murray, London, England.
- Brow, W.L. 1960. Ants, acacias, and browsing mammals. Ecology 41: 587 - 592.
- Holldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. The ants. Belknap Press of Harvard university Press, Cambridge, Massachusetts.
- Ward, P.S. 1993. Systematic studies on *Pseudomyrmex* acacia-ants. J. Hymenoptera Res. 2: 117 - 168.
- Schultz, T. R. & T. P. MacGlynn. 2000. The interactions of ants with other organisms. Pp: 35-44. En: Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Wilson, E.O (Edit). USA.

ORIENTACIÓN DE *PSEUDOMYRMEX SPINICOLA* EN RESPUESTA A PERTURBACIONES EN *ACACIA COLLINSII*

Rosalía Fariña, Juan Carlos Villarreal

Resumen. *Pseudomyrmex* es un género de hormigas que se caracteriza por su relación mutualista con especies del género *Acacia*. Se ha sugerido que existe una separación de funciones en las actividades de las hormigas dependiendo si se encuentran en el tronco o en las ramas, atribuyéndose a las primeras el trabajo de protección y patrullaje, mientras las segundas se encargan de alimentar las larvas con los cuerpos de Belt.

En nuestro estudio analizamos las diferencias en los tiempos de orientación de las hormigas de acuerdo a su posición en el tallo y la parte superior de la planta de *Acacia*. Tomamos como una medida de orientación al tiempo que la hormiga tarda en volver a la planta de la cual fue tomada. Igualmente estudiamos la respuesta de las hormigas de acuerdo a su posición ante disturbios que creamos agitando bruscamente la planta. No encontramos diferencias en el tiempo de reacción entre las hormigas tomadas de la parte superior o inferior de la planta. Sin embargo, las hormigas de abajo reaccionaban más rápidamente ante la presencia de un disturbio que en ausencia del mismo lo que se puede entender como una mayor capacidad de reacción ante un estímulo y que sería característica de aquellas hormigas encargadas de la defensa de la planta.

Palabras Clave: *Acacia collinsii*, mutualismo, *Pseudomyrmex*.

Introducción

Pseudomyrmex es un género de hormigas que mantiene una estrecha relación simbiótica con el género *Acacia* (Leguminosae). Entre las especies más comunes asociadas a las acacias están *P. spinicola*, *P. flavicomis* y *P. nigrocinta*. Esta asociación constituye un clásico caso de mutualismo hormiga-planta donde la planta produce tanto nectarios extraflorales como cuerpos proteicos (cuerpos de Belt) y la hormiga, que ocupa los cuernos de las acacias, cumple la función de protección repeliendo tanto artrópodos como mamíferos al defender su propia colonia (Suárez et al. 1998).

Las hormigas, aparte de la función de protección, también se encargan de eliminar parte de la vegetación extraña cerca del cornizuelo y mantienen desmontado un círculo de 1 a 4 m de diámetro alrededor de ellos (Janzen 1991). Adicionalmente dentro de la planta, Bonaccorso et al. (2000) sugieren que existe una separación en las actividades de las hormigas según se encuentren en el tronco o en las ramas, atribuyéndoles a las primeras el trabajo de protección y patrullaje, mientras las segundas se encargan de alimentar las larvas con los cuerpos de Belt.

Pseudomyrmex spinicola es un habitante común de *Acacia collinsii* en las tierras bajas del noroeste de Costa Rica (Janzen 1991). Esta especie se caracteriza por su abdomen retraído y por su alta agresividad. En presencia de algún tipo de peligro estas hormigas liberan feromonas de alarma, lo que puede ser detectado a varios metros a favor del viento (Hölldobler y Wilson 1990). En una colonia alterada las obreras son capaces de desplazarse mucho más rápido (Janzen 1991, Agosti et al. 2000).

Debido a que existen factores naturales que causan disturbios en los cornizuelos como el viento, animales o caída de ramas que podrían lanzar a las hormigas lejos del árbol-casa; quisimos demostrar la existencia de una relación entre el tiempo de orientación de las hormigas y su ubicación dentro de la planta, o sea, las de arriba diferenciadas de las de abajo. También hemos querido demostrar la existencia de diferencias en el tiempo de

respuesta de las hormigas ante un disturbio creado por nosotros y sin el, esperando una respuesta más rápida en las hormigas perturbadas independiente de su sitio en la planta.

Métodos

El trabajo lo realizamos en la localidad de Guanacaste, en el bosque seco del Parque Nacional Palo Verde. La toma de datos la realizamos en un individuo de *Acacia collinsii* de aproximadamente 2,50 m de altura. En la planta capturamos una hormiga a la vez y la marcamos para facilitar su identificación. Cada hormiga era colocada a 25 cm de la base de la planta y tomamos el tiempo en el que regresaba a la base de la misma, lo cual nos permitía cuantificar su capacidad de orientación. Las hormigas fueron tomadas tanto del extremo superior de la planta (arriba) como de la base o primer tercio de la planta (abajo), representando los diferentes roles propuestos para las colonias de *Pseudomyrmex* (Bonaccorso et al. 2000). Adicionalmente, simulando el efecto de perturbaciones naturales en la respuesta de orientación antes de la captura de las hormigas, tanto de arriba como de abajo, procedimos a realizar movimientos bruscos en el árbol, tomando nota del tiempo en que la hormiga volvía a la planta. Igualmente, hicimos mediciones en hormigas tomadas de la planta sin perturbaciones.

Resultados

La capacidad de orientación de las hormigas no parece estar influenciada por su ubicación en la planta. Nuestros datos no mostraron relación entre el tiempo que tardan las hormigas en llegar a la planta y su ubicación en la misma (Fig. 1, $U = 0$, $gl = 50$, $p > .9$).

Inclusive hubo un caso en que una hormiga de abajo, totalmente perdida, no fue capaz de regresar a la planta, como también se dió la situación de que otra hormiga de abajo fue atrapada por un depredador. Pudimos observar que algunas de las hormigas luego de llegar a la planta, se ubicaron nuevamente en los sectores de las cuales fueron extraídas indicando una posición específica en la planta aunque no las cuantificamos exactamente.

Por otra parte, un disturbio en la colonia aceleró la respuesta de orientación en las hormigas que están en la base de la planta (Fig. 2, $U = 57$, $gl = 29$, $p = 0.022$). Sin embargo, éste cambio no se observó para las hormigas de la región apical de la planta (Fig. 3, $U = 37$, $gl = 20$, $p = 0.20$).

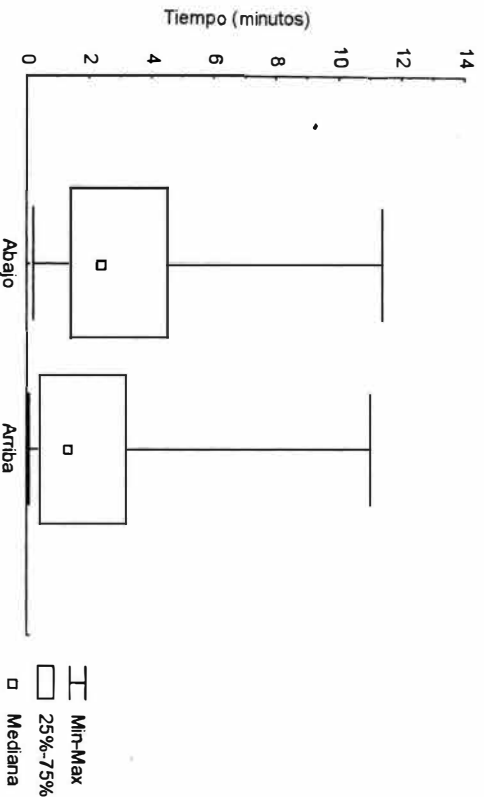


Fig. 1. Respuestas de orientación de *Pseudomyrmex spinicola* según su sitio en la planta N=51.

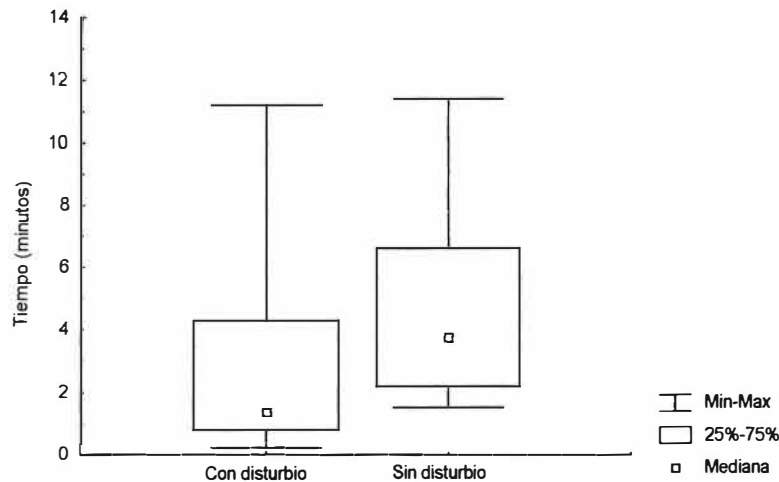


Fig. 2. Efecto de la perturbación sobre la respuesta de orientación de las hormigas de la base. N= 30

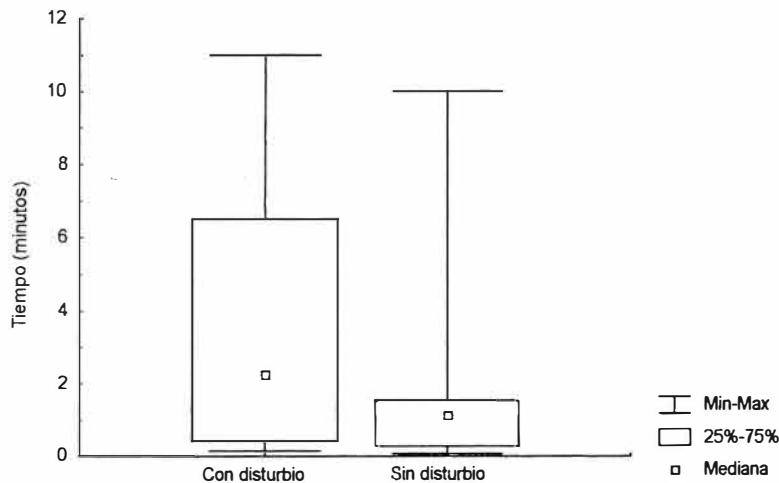


Fig. 3. Efecto de la perturbación sobre la respuesta de orientación de las hormigas de la parte apical de la planta. N= 21

Discusión

La capacidad de orientación de las hormigas no parece estar influenciada por su ubicación en la planta. El amplio rango de respuestas de las hormigas tanto de arriba como las de abajo sin mostrar un patrón determinado, podría deberse a que algunas de las hormigas de las ramas, pudieron en algún momento de su vida actuar como patrulladoras en el tronco, sugiriendo un intercambio de funciones dentro de la colonia (F. Joyce, com. pers., Bonaccorso et al. 2000). Estos resultados son contradictorios a nuestra predicción que las hormigas de la base conocen mejor el terreno alrededor de la planta.

Por otra parte, las hormigas de la base que fueron perturbadas tendieron a regresar al árbol más rápidamente que las no perturbadas, lo cual sugiere que las hormigas, al sentir peligro tienden a regresar mas rápidamente a la colonia, intentando defender su territorio. Esto indica una especialización en la defensa de la colonia de las hormigas cercanas al suelo. Las hormigas de la parte apical no presentaron este comportamiento ante el disturbio lo cual indica que las hormigas de la parte superior, las cuales se dedican mas a la

alimentación, no responden con igual intensidad que las hormigas de la parte inferior de la planta, favoreciendo la hipótesis de la división del trabajo.

Referencias

- Agosti, D, Majer J., Alonso, L., Schultz, R.I. 2000. Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity. Smithsonian Institute. Washington D.C.
- Bonaccorso E., M. Gramacho, E. Quintero, O. Valverde, R. Villalobos y F. Joyce. 2000. Diferencia en los rangos de acción de *Pseudomyrmex spinicola* en árboles de *Acacia collinsii*. Curso Ecología Tropical y Conservación 2000-2. Organización para Estudios Tropicales.
- Hölldobler, B. y E.O. Wilson. 1990. The Ants. The Belknap Press of Harvard University Press Cambridge, Massachusetts.
- Janzen, D.H. 1991. Insectos. Introducción. Pp. 776-778. En, D.H. Janzen (Ed.), Historia Natural de Costa Rica. Universidad de Costa Rica.
- Suárez, A.V.; C. De Moraes y A. Ippolito. 1998. Defense of *Acacia collinsi* by an Obligate and Nonobligate Ant Species: the significance of Encroaching Vegetation. Biotropica 30: 480-482.

BATALLAS Y CONFLICTOS REALES: LAS REINAS DE *PSEUDOMYRMEX* Y LA BÚSQUEDA DEL CUERNO VACÍO DE ACACIA

Luciana Elizalde y Luciano Elsinor Lopes.

Resumen. La etapa de fundación de colonias de las hormigas *Pseudomyrmex* es crítica debido a que los sitios de nidificación en su planta mutualista, *Acacia collinsii*, son limitados. En la Reserva de Palo Verde se encuentran tres especies de este género, *P. spinicola*, *P. nigricincta* y *P. flavicomis* siendo la primera la más abundante. Durante este estudio evaluamos si la mayor abundancia de *P. spinicola* se puede explicar por la forma que tiene esta especie de fundación de nuevas colonias por parte de las reinas. Recolectamos cornizuelos que se encontraban en la etapa de fundación de una nueva colonia y determinamos la abundancia relativa de las tres especies. Además, consideramos la distribución espacial de las acacias como un factor importante para la fundación de la colonia, por lo que estimamos la abundancia relativa de cornizuelos. En este sistema, los sitios para el establecimiento de las colonias es un factor limitante. Nuestros datos indican que la mortalidad de colonias fundadoras es mayor en *P. spinicola* que en *P. flavicomis*. No encontramos diferencias entre la cantidad de juveniles entre las especies, por lo que este factor no explica la diferencia en la abundancia relativa de las especies. Para *P. spinicola* la competencia intraespecífica es muy importante en la etapa inicial de las colonias, mientras que para las otras dos especies la competencia con *P. spinicola*, sería lo más importante.

Palabras Clave: *Acacia*, competencia por cuernos, fundación de colonias, *Pseudomyrmex*, reinas.

Introducción

Algunas especies de hormigas del género *Pseudomyrmex* son huéspedes obligadas de árboles de *Acacia* o cornizuelos, obteniendo de la planta no sólo un sitio apropiado para establecer la colonia, sino además alimento para ellas y sus juveniles. A cambio de estos beneficios, las hormigas defienden su colonia de invasores y así, reducen la herbivoría sobre la *Acacia* (Janzen 1966).

Una etapa crítica en la vida de las hormigas es la fundación de las colonias nuevas, cuando la reina virgen abandona el nido y sale para aparearse y buscar un sitio para comenzar su nido. Durante esta etapa, muchas reinas son depredadas o mueren al no encontrar sitios apropiados para fundar la nueva colonia. El sitio que elija la hembra será, por lo tanto, de gran importancia para que la colonia se desarrolle y produzca reproductores por años.

Janzen (1967) describió la reproducción y fundación de las colonias de las hormigas *Pseudomyrmex spinicola*. Las reinas vírgenes salen del nido, se posan en árboles o lugares altos y lanzan feromonas que atraen a los machos. Los sexuales salen del nido en las horas previas al atardecer durante todo el año. Las hembras se aparean una vez y luego se dejan caer, separándose del macho en el aire. Luego de aterrizar, puede volar una corta distancia antes de arrancarse las alas y buscar una acacia no ocupada. Cuando encuentra una *Acacia* (puede buscar hasta por un mes sin comida) que tiene un cuerno verde nuevo, corta un hueco de entrada. Mientras cuida a sus juveniles, debe dejar el cuerno para recolectar cuerpos de Belt y néctar. Si una reina sin cuerno encuentra el cuerno de la primera reina desocupado, se apodera de él y desecha los juveniles de la reina anterior y empieza a criar los suyos. En este contexto, criar a los juveniles lo más rápido posible para tener las primeras generaciones de obreras forrajeando e invadiendo cuernos vecinos,

puede ser una presión de selección muy fuerte, que determine, en gran parte, la abundancia de las especies.

En áreas de alta densidad de acacias, cada plántula posee varios cuernos ocupados por una reina, y pueden verse hasta una docena de reinas que buscan sitios para comenzar sus colonias. Cuando una colonia tiene varias obreras, éstas matan o sacan a la fuerza a las otras reinas y sólo una colonia permanecerá en cada planta. En la Parque Nacional Palo Verde hay tres especies de *Pseudomyrmex*: *P. spinicola*, *P. nigricincta* y *P. flavicomis*, siendo la primera la más abundante. Las tres especies son muy parecidas en su comportamiento, sin embargo, las obreras de *P. flavicomis* son un poco menos agresivas (Cronin 1998).

La distribución espacial de las acacias puede ser un factor importante, ya que la reina luego de salir del nido, debe alcanzar una planta pequeña lo suficientemente lejana para dispersarse de su nido materno y tener mayores chances de no toparse con sus hermanas aladas que también están saliendo del nido casi al mismo tiempo. Por esta razón, y según la escala espacial en la que estas hormigas se muevan, la cantidad de cuernos desocupados será mayor en plantas más distantes entre sí o en sitios con menor densidad de acacias.

La etapa de reproducción de las colonias es diferente para cada especie e incluso varía dentro de una misma especie hormigas (Holldobler y Wilson 1990), por lo que tal vez *P. spinicola* también presente variaciones al respecto.

Nuestro objetivo es evaluar la disponibilidad de cuernos vacíos de *Acacia collinsii* para ser colonizados por reinas fundadoras, determinar si las proporciones de reinas de las tres especies reflejan lo que sucede con las colonias adultas y determinar si existen diferencias en la cantidad de juveniles que presentan las distintas especies de *Pseudomyrmex*.

Métodos

El presente estudio se realizó durante el mes de enero de 2003, en un bosque seco tropical, ubicado en el Parque Nacional Palo Verde, Provincia de Guanacaste, Costa Rica.

En un área con gran abundancia de *Acacia collinsii* se establecieron dos transectas con 4 puntos de muestreo a distancias de 10 m en la primera transecta y 4 puntos de muestreo a 20 m en la segunda. En cada punto de muestreo elegimos una planta de *Acacia* pequeña y a partir de esta recolectamos los 5 vecinos más cercanos. Las colonias de hormigas encontradas en estas plantas y que no presentaban obreras caminando sobre las plantas fueron denominadas colonias fundadoras. Además, en cada punto buscamos los 5 agrupamientos de colonias adultas más próximas y se midió la distancia de separación entre ellas. Determinamos la especie de hormiga en el individuo más grande de acacia en cada agrupamiento. Muestreamos con diferente distancia entre puntos de muestreo debido a que la densidad de acacias era menor en la segunda transecta y había que caminar mayores distancias sobre la transecta para mantener la independencia de los datos.

Medimos la distancia al vecino más próximo para calcular el promedio en cada punto de muestreo como un estimador de abundancia, teniendo en cuenta la posibilidad de que reinas que se desplazan caminando o volando cortas distancias, utilicen más los cuernos de las plantas que se encuentran más próximas. La distancia promedio por punto para las colonia fundadoras y las adultas la correlacionamos con el número de cuernos vacíos.

En el laboratorio abrimos todos los cuernos recolectados, determinamos la especie de reina presente y contamos la producción juvenil y cantidad de obreras. Las colonias recolectadas fueron depositas en la colección de insectos de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. Comparamos los datos obtenidos con Mann-Whitney U-test.

Resultados

La especie *Pseudomyrmex spinicola* fue la más abundante en los cuernos de acacias pequeñas (87 % del total de cuernos ocupados, $N = 79$), luego le siguió en abundancia *P. nigrincincta* (9 % del total de cuernos ocupados, $N = 9$), siendo *P. flavicornis* la menos abundante (3% del total de cuernos ocupados, $N = 3$; Fig. 1). Así, del total de cuernos revisados ($N = 109$) un 83% de los cuernos se encontraba ocupado por una reina. Para las especies *P. spinicola* ($U = 8$, $p = 0.01$, $N = 8$) y *P. flavicornis* ($U = 10$, $p = 0.02$, $N = 8$) las diferencias entre las frecuencias de fundadoras y adultas son significativas, pero esto no sucede en la especie *P. nigrincincta* ($U = 20$, $p = 0.21$, $N = 8$; Fig. 1).

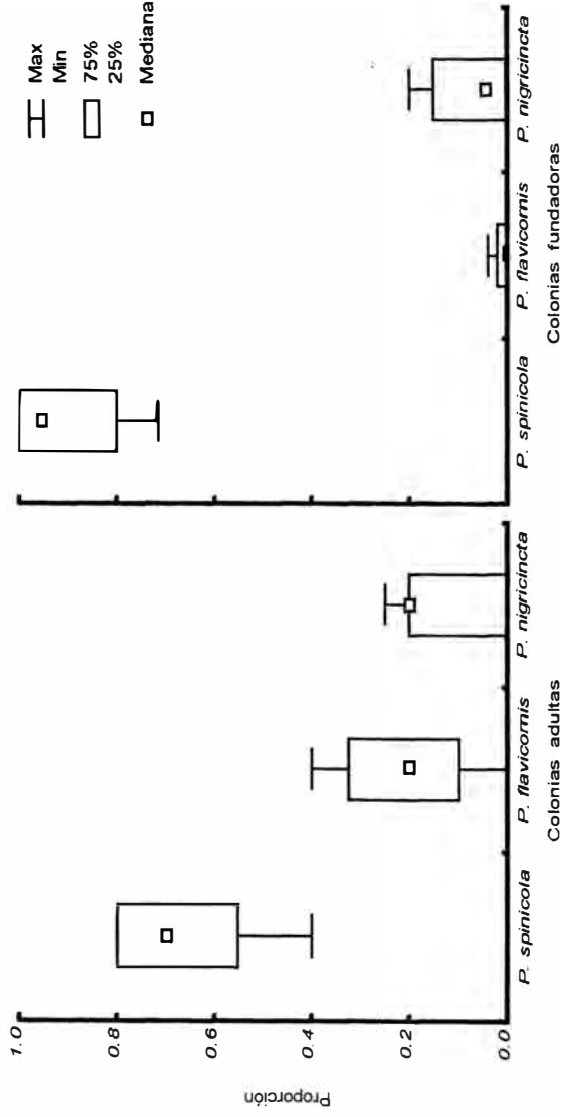


Fig. 1. Comparación de las frecuencias de cada especie de hormiga de Acacia *collinsii* que se encontró en las colonias adultas y las fundadoras (con reinas sin juveniles o muy pocos de ellos y obreras).

Las distancias mínimas promedio de las colonias adultas ($r = 0.29$, $p = 0.52$, $N = 7$) y fundadoras ($r = 0.37$, $p = 0.41$, $N = 7$) en cada punto de muestreo no se relacionan con el número de cuernos vacíos. A menor escala, en una planta que presentaba nueve cuernos se encontraron reinas de las tres especies juntas, un cuerno ocupado por *P. flavicornis*, tres habitados por *P. nigrincincta* y cinco con *P. spinicola*. La proporción de reinas en plantas con un sólo cuerno se repartió en 12% de ellas ocupadas por *P. nigrincincta* y un 30% por *P. spinicola*. Encontramos reinas aladas en cuernos ($N = 3$) y en un cuerno había un macho y una hembra muertos.

En las plantas pequeñas también dominó *P. spinicola*, al considerarse las acacias que sólo presentaban esta especie en comparación con las plantas que eran habitadas por reinas de *P. spinicola* y las otras especies (Fig. 2). Ninguna de las plantas se encontraba ocupada exclusivamente por *P. flavicornis*, mientras que sólo 4 de las plantas albergaban a *P. nigrincincta* como huésped.

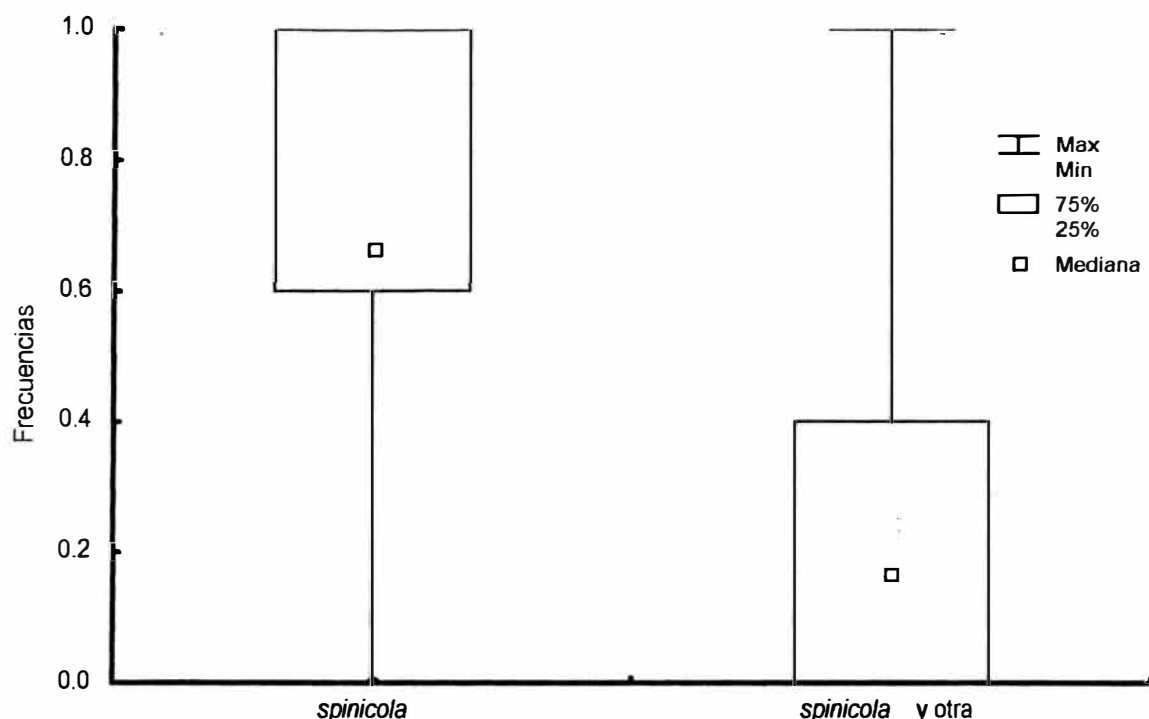


Fig. 2. Frecuencias de ocurrencias de *P. spinicola* cuando era la única especie (*spinicola*) o cuando compartía las plantitas con alguna de las otras especies (*spinicola y otra*).

Las plantas que presentaban más de un cuerno fueron ocupados por una reina solamente en el 27,6% de los casos. Nunca encontramos más de una reina viva en un cuerno. Todos los cuernos recolectados tenían las perforaciones realizadas por una reina fundadora. Encontramos cadáveres de reinas en cuernos ocupados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Reinas muertas que se encontraron en los cuernos de *Acacia collinsii*

Cuernos ocupados por <i>P. spinicola</i>			Cuernos ocupados por <i>P. nigricincta</i>		
<i>P. spinicola</i>	<i>P. nigricincta</i>	<i>P. flavicornis</i>	<i>P. spinicola</i>	<i>P. nigricincta</i>	<i>P. flavicornis</i>
5	2	0	1	1	0

Varias reinas se encontraron por fuera de los cuernos, patrullando las plantas e intentando ingresar a los cuernos por las aberturas, aunque no lo hacían. En cinco oportunidades observamos una reina que patrullaba y otra que intentó caminar por la planta fue rechazada por la que se encontraba previamente. Sin embargo, no observamos si la hormiga que se encontraba en la planta poseía un cuerno propio (no se la observó entrar a ningún cuerno). El 25% de las plantas pequeñas observadas presentaban entre 1-3 reinas sobre las plantas, por fuera de los cuernos, siendo *P. spinicola* la más frecuente (81%).

La producción de juveniles fue similar en *P. nigricincta* y *P. spinicola* ($U = 257$, $p = 0.44$, $N_{nig} = 8$ y $N_{spi} = 77$; cuadro 2). Para *P. flavicornis* sólo se tenía un dato, por lo no se incluyó en el análisis (Fig. 3). En un caso, se encontraron obreras de dos reinas que habitaban la misma planta, en diferentes cuernos.

Encontramos varias larvas alimentándose directamente de los corpúsculos de Belt. Debido a que no había obreras en esos cuernos, la reina sería la que recolecta estas estructuras.

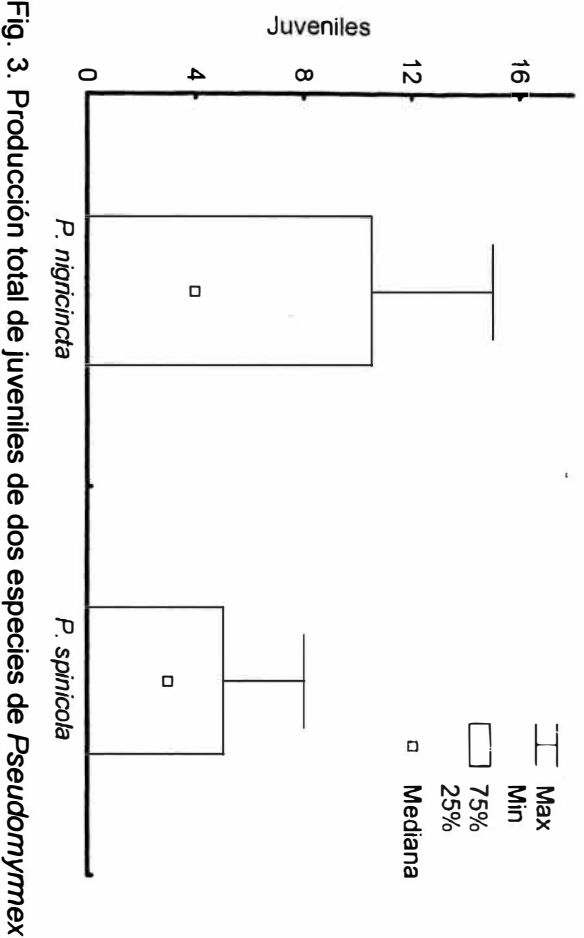


Fig. 3. Producción total de juveniles de dos especies de *Pseudomyrmex*

Cuadro 2. Promedio de huevos, larvas, pupas y adultos encontrados en los cuernos para cada especie de *Pseudomyrmex*, DE = desviación estándar, X = promedio.

	# huevos	# larvas	# pupas	# adultos
<i>P. flavicornis</i> (N = 1)	2	3	0	0
<i>P. nigricincta</i> (N = 8)	X 6.11 DE 6.31	2.56 4.31	1.22 2.38	0.89 1.52
<i>P. spinicola</i> (N = 77)	X 1.18 DE 14.23	2.33 26.17	0.21 4.35	0.18 3.95

Discusión

La gran tasa de ocupación de los cuernos (87%), así como la presencia de huecos en todos los cuernos observados en campo, indica que los sitios para el establecimiento de nuevas colonias son limitantes. Lo mismo se puede concluir al observar reinas jóvenes peleando por una posición cercana a cuernos ya ocupados por otras reinas, como si establecieran una fila de espera. La búsqueda de sitios para empezar la colonia es, por lo tanto crucial para las reinas recién fecundadas.

La presencia de casi una reina por cuerno en plantas pequeñas y apenas una reina en colonias más grandes (obs. pers., Jansen 1966) implica que, después de encontrar un cornizuelo con cuerno disponible, la colonia con sus primeras obreras, desplazan a otras colonias o son desplazadas de la planta. Las reinas fundadoras experimentan, por lo tanto, fuerte competencia en el momento de encontrar un cuerno disponible y de establecer su colonia. En el principio de la colonia el riesgo de depredación también es mayor porque la reina sale de los cuernos para buscar cuerpos de Belt.

Entre las tres especies estudiadas, *Pseudomyrmex spinicola* es la más abundante. Es también la especie en la cual ocurre la mayor mortalidad de colonias pequeñas. Debido a que en esta especie la probabilidad de presentarse en una planta con otras colonias de la misma especie es mayor que la probabilidad de encontrarse con colonias de otra especie. Así, para *P. spinicola* la competencia intraespecífica sería más importante, mientras que

para las demás, la interacción con *P. spinicola* sería más importante que la competencia intraespecífica.

La mayor abundancia de colonias fundadoras de *P. spinicola* parece estar relacionada con la mayor abundancia de colonias adultas de esta especie. Pero puede ser que la forma en que se reproduce sea un factor importante para la ocupación de una gran cantidad de cuernos. Holldobler y Wilson (1990) describen el tipo de comportamiento de reproducción que esta especie presenta, y lo denominan "síndrome de la hembra que llama". Según estos autores hay varias características que se presentan juntas. Además del hecho de que la hembra no viaja lejos del nido y que atrae a los machos con feromonas, las colonias serían pequeñas y producirían pocos reproductores, las hembras copularían sólo una vez, los machos serían grandes, robustos y con mandíbulas bien desarrolladas para luchar por la hembra. En *P. spinicola*, las colonias pueden ser muy abundantes, alcanzando tamaños de hasta 12.300 obreras con una sola reina (Janzen 1966) no encajando estrictamente en el síndrome descrito por Holldobler y Wilson (1990).

Que la hembra no se disperse grandes distancias puede ser importante para la ocupación de un área por ésta especie, y puede ser una de las causas de su gran abundancia en Palo Verde. Sin embargo, de la reproducción y fundación de colonias de las otras dos especies se conoce casi nada como para decir si en este hecho radica la diferencia entre los tamaños de las poblaciones. Debido a que las colonias no ocuparían mayor territorio que el que presentan las acacias donde habitan, la agregación local no sería muy importante para las colonias ya establecidas.

La presencia de cuernos vacíos no se relacionó con la abundancia de colonias grandes en las proximidades del cornizuelo. En parte este resultado puede ser debido a la escala reducida en que evaluamos la abundancia de colonias. Las distancias más grandes encontradas en el sitio de estudio fueron de 7 m, lo que para una hormiga alada puede no representar una gran distancia. El hecho de que, los cuernos vacíos presentan huecos, indica una alta mortalidad de reinas. A pesar de la gran abundancia de *P. spinicola*, las otras dos especies de hormigas logran establecer colonias en individuos de *Acacia collinsii*. Nuestros datos no nos permiten atribuir este relativo suceso de mantener colonias a la producción diferenciada de juveniles por las reinas de *P. nigricincta* y *P. flavicornis*. La mayor representación de *P. flavicornis* entre las colonias adultas que en las fundadoras, sugiere que una alta tasa de supervivencia en las fundadoras puede ser uno de los factores responsables por su manutención en la interacción. El sistema *Acacia collinsii* ha sido ampliamente estudiado como modelo de relación mutualista y nos parece que sería también un buen sistema para estudios sobre la competencia para estas tres especies de *Pseudomyrmex*.

Bibliografía

- Cronin G. 1998. Between species and temporal variation in Acacia-ant herbivore interactions. *Biotropica* 30: 135-139.
- Holldobler B. y E.O. Wilson. 1990. The ants. Belknap Press.
- Janzen D.H. 1966. Coevolution between ants and acacias in Central America. *Evolution* 20: 249-275.

ECTATOMMA RUIDIUM BURRAS BURRAS NO SON, APRENDEN LENTAS PERO SEGURAS

David Suárez

Resumen *Ectatomma ruidium* en los bosques secos sufre fuertes cambios en la disponibilidad de alimento a lo largo del año. Esto posiblemente ocasiona que el recurso sea menor durante la época seca. Por esta razón en el momento que se le presente un alimento de baja calidad extraño a su entorno las hormigas lo aceptarían, debiendo pasar un tiempo hasta que detectan la calidad del recurso. El proyecto trata de determinar si *Ectatomma ruidium* reconoce el chinche aposemático *Dysdercus*, como una presa que podría perjudicar a la colonia y si este aprendizaje se da a nivel de individuo o colonia. Escogí tres nidos en los que analicé la aceptación de arroz y de *Dysdercus*, dos de los nidos tenían experiencia previa con el chinche y el otro no. Las colonias de hormigas de *Ectatomma ruidium* muestran una capacidad de reconocer un recurso que podría ser perjudicial, o al menos no aprovechable. Los resultados sugieren que el aprendizaje se da a nivel de colonia más que a nivel de individuo. Si se toma en cuenta un sistema de reclutamiento y la división de labores de la colonia, considerar la idea que el aprendizaje es a nivel de nido es lo más acertado.

Palabras Clave: aprendizaje, aposematismo, *Ectatomma ruidium*, experiencia,

Introducción

Ectatomma ruidium vive en el suelo formando pequeñas colonias de menos de 200 miembros (Levings & Frank 1982). La búsqueda y recolección de alimento está a cargo de hormigas solitarias, quienes han desarrollado una gran variedad de sistemas de forrajeo relacionados con cantidad de alimento - insectos y néctar - disponible según condiciones ambientales (Shartz & Wcislo 1999).

En los bosques secos donde existen grandes fluctuaciones en la abundancia de alimento por la estacionalidad de lluvias (Murphy & Lugo 1986), las colonias de *Ectatomma ruidium* podrían sufrir fuertes cambios por la disponibilidad de alimento a lo largo del año. Es de esperar que en los periodos de escasez colonias vecinas puedan competir por los pocos recursos presentes, llevando a que las hormigas discriminen poco del reducido recurso disponible.

Dentro del alimento disponible en el bosque, la calidad del recurso que las hormigas recolectan varía, pero siempre está asociado con el recurso que se encuentra cerca al nido, ya que en las labores de forrajeo no recorren grandes distancias. La escasez de recurso podría hacer que las hormigas acepten presas extrañas a su entorno que podrían afectar a la colonia, como insectos aposemáticos. Si tales presas no benefician la colonia, se espera que se de un aprendizaje que permita discernir la calidad del recurso y deje de llevarlo al nido. El presente proyecto trata de determinar si *Ectatomma ruidium* reconoce el chinche aposemático *Dysdercus* como una presa que podría perjudicar a la colonia y si este aprendizaje se da a nivel de individuo o colonia.

Materiales y Métodos

El proyecto lo llevé a cabo en la estación biológica de Palo Verde en el mes de enero. Escogí tres nidos de *Ectatomma ruidium* en una área abierta, dos de los cuales ya habían tenido experiencia dos días antes con la presentación de chinches *Dysdercus* y el

tercero no tenía experiencia con estos. La experiencia fue adquirida con anticipación por la presentación de los chinches cada dos horas.

La oferta del recurso en los nidos la hice por la tarde y en cada nido había un intervalo de una hora entre cada presentación. Como recurso ofrecí una combinación de granos de arroz cocidos y chinches *Dysdercus* (Pyrrhocoridae) que son aposemáticos y que están asociados a la hojarasca de *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst. en el bosque. Estos insectos no se los encuentra cerca a los nidos utilizados en este estudio. En cada presentación coloque, a 10 cm del nido, una combinación de recursos cinco chinches y cinco granos de arroz, con un tiempo de observación de 20 minutos para los chinches y de 5 minutos para el arroz.

El día del proyecto se marcaron con pintura 30 hormigas con códigos individuales en cada uno de los nidos. Para de esta manera identificar a los individuos y analizar la respuesta de las hormigas a la presentación y efectos posteriores que ocasionen los chinches o el arroz con el comportamiento a nivel de colonia o individual.

Para analizar la respuesta de las hormigas a la presentación de chinches y arroz relacioné el tiempo en que las hormigas se demoraron en remover el recurso presentado y la cantidad del recurso forrajeado, para expresar la eficiencia en la remoción (cualitativa y cuantitativa) del recurso. Esto lo considere como el "porcentaje de aceptación" del recurso por las hormigas.

$$\% \text{ de Aceptación} = \frac{\text{cantidad del recurso removido}}{\text{tiempo del remoción (en minutos)}} \times 100$$

Resultados

El porcentaje de aceptación del arroz aumenta con el tiempo en aquellos nidos que habían tenido experiencia previa con *Dysdercus* y se mantuvo aproximadamente igual en el nido con experiencia (Fig. 1)

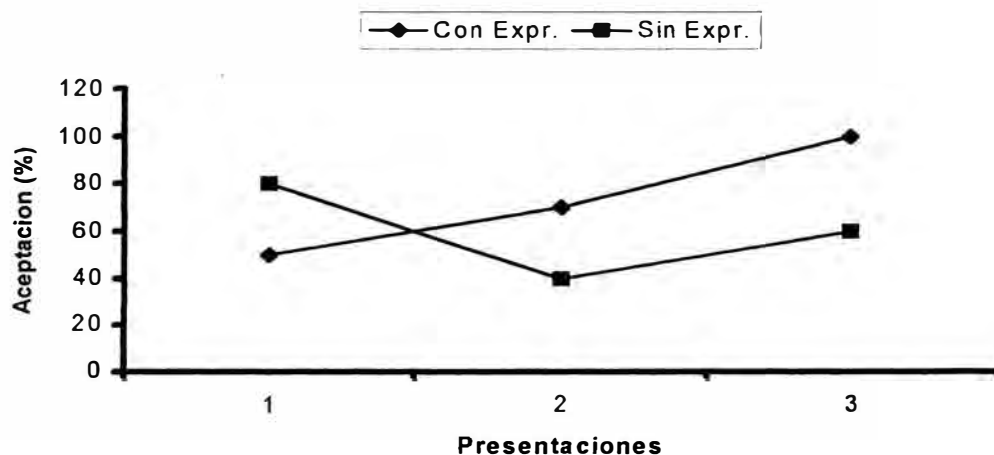


Fig. 1. Porcentaje de aceptación del arroz por parte de las hormigas a lo largo de tres presentaciones. Cada presentación era de 5 minutos y tenía 5 granos de arroz

Por el contrario, las hormigas con experiencia solo aceptaron en una ocasión los chinches. Lo contrario sucedió en el nido sin experiencia. En este nido se aceptaron todos los chinches ofrecidos, pero esta reacción disminuyó para la última presentación cuando solo un chinche fue introducido al nido (Fig.2).

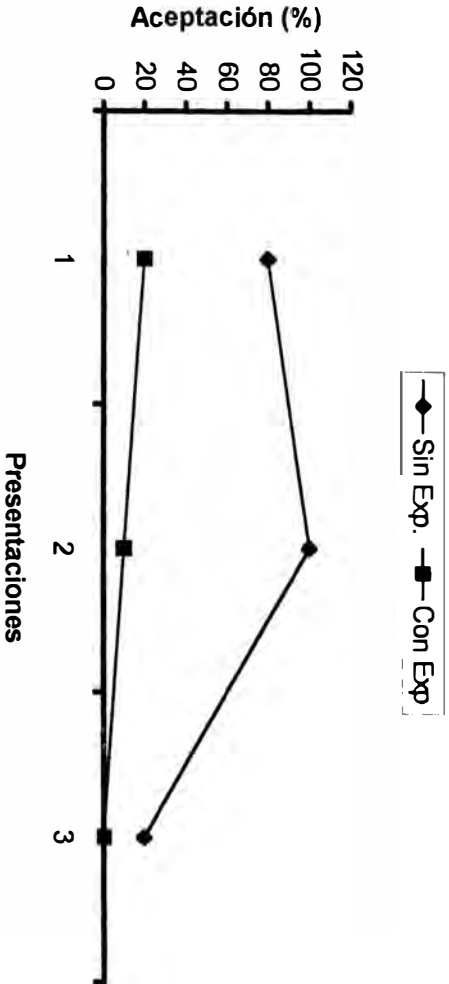


Fig. 2. Porcentaje de aceptación del chinches por parte de las hormigas a lo largo de tres presentaciones. Cada presentación era de 20 minutos y tenía 5 chinches.

Las hormigas de las colonias con experiencia solo aceptaron un chinche como máximo por presentación y en el último estímulo no aceptaron chinches, mientras que el nido sin experiencia las hormigas aceptaron todos los chinches (Fig. 3). Aunque para la última presentación en el nido sin experiencia, se aceptó solo un chinche, lo mismo que para los nidos con experiencia en los primeros estímulos (Fig. 3).

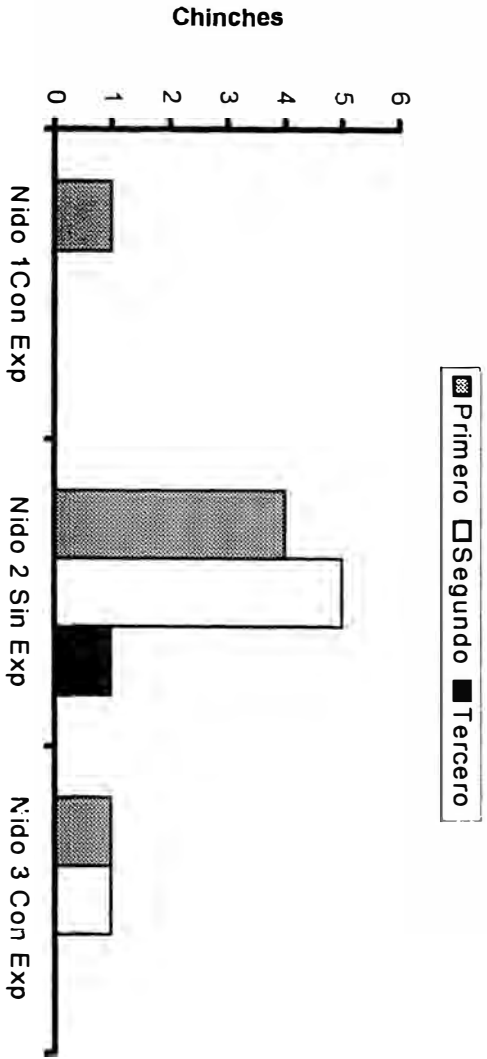


Fig. 3. Chinches ingresados a los nidos a lo largo de las tres presentaciones.

De las 90 hormigas marcadas para los tres nidos se observaron solamente dos durante las observaciones realizadas (1h30 por nido). Esto no permitió evaluar si el aprendizaje era a nivel de colonia o de individuo.

Sin embargo, en el nido sin experiencia, una de las hormigas marcadas al presentarle los chinches, metió todos los chinches al nido. Para la siguiente presentación, una hora más tarde, esta misma hormiga se encargó de alejar todos los chinches ofrecidos, aproximadamente a un metro de la entrada. Con el arroz sucedió algo parecido, otra hormiga introdujo al nido todos los granos, esto se observó en dos ocasiones.

Entre colonias existen hormigas "ladronas" de recurso. En algunos casos hormigas de otras colonias robaron los granos de arroz o los chinches en la puerta del nido, para después llevarlos a sus respectivas colonias. También hay "asaltos" del nido, en las que una hormiga entra y extrae el recurso que lleva a su nido.

Discusión

Aunque al perderse marcas, hace más difícil discernir si el aprendizaje es a nivel de colonia o individuo y resulta complicado plantearse una respuesta definitiva para los objetivos propuestos. Parece que las colonias de hormigas de *Ectatomma ruidium* muestran la capacidad de reconocer un recurso que podría ser perjudicial, o al menos no aprovechable, en un período de dos horas, ya que en la primera oferta hecha el porcentaje de aceptación de chinches fue alto, disminuyendo para la última.

Por las actitudes de las dos hormigas marcadas, creo que puede existir una división de labores dentro de la colonia, ya que cada miembro que ubica un recurso, tiene que recoger la mayor cantidad que pueda de ese recurso y mientras no termine con eso no puede iniciar con otra cosa. Esta separación de labores puede darse gracias a un sistema de comunicación y organización de la colonia.

Además el mismo individuo que metió los chinches al nido en el siguiente estímulo los arrojó fuera, esto hace pensar que como el ocasionó el trastorno al nido, el debe deshacerse del problema y evitar así que otras hormigas lleven los chinches a la colonia. Esta actitud me inclina a considerar que el aprendizaje es a nivel individual, pero tomando en cuenta un sistema de reclutamiento y la división de labores de la colonia, considerar la idea que el aprendizaje es a nivel de nido es lo más acertado. Ya que posiblemente la decisión sobre la calidad del recurso se lleva a cabo en el interior del nido y la respuesta a esa decisión es ejecutada por las hormigas recolectoras.

Agradecimientos

Julin Weng por su ayuda durante la toma de datos y Alberto Galindo por facilitarme los nidos en los que está desarrollando su proyecto.

Referencias

- Levings, S.C & N, Frank. 1982. Patterns of nest dispersion in a tropical ground ant community. *Ecology* 63:338-334
- Murphy, P.G & A. E. Lugo 1986. Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17:67-88
- Shartz, B & W. Wcislo 1999. Ambush predation by the ponerine ant *Ectatomma ruidum* Roger (Formicidae) on a sweat bee *Lasioglossum umbripenne* (Halictidae), in Panama. *Journal of Insect Behavior* 12:641-663

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *DYSDERCUS BINOCULATUS* (HEMIPTERA, PHYRROCORIDAE) SOBRE *MALVABISCUS ARBOREUS* (MALVACEAE)

Rodrigo Becerra & Mónica Olazábal

Resumen. Ciertas especies del género *Dysdercus* utilizan las flores y frutos de plantas de la familia Malvaceae como alimento (Janzen1991). Estudiamos la interacción existente entre el chinche *Dysdercus binoculatus* y la planta *Malvaviscus arboreus* en términos de la distribución del insecto en relación con la ubicación de las flores en la planta. Registramos los sustratos usados (flores, tallos u hojas) por cada individuo encontrado y analizamos qué factores microespaciales de la planta determinan la presencia de *Dysdercus*. Los chinches se ubicaron en mayor proporción en zonas donde había más flores que en otras partes del resto de la planta, por lo que se puede decir que prefieren estar cerca de las flores, a veces incluso sobre ellas, posiblemente para robar néctar. Esta situación estaría determinando un comportamiento territorial de los individuos y consecuentemente el sitio donde se producen las cópulas.

Palabras Clave: interaccion planta-animal, *Malvaviscus arboreus*, *Dysdercus binoculatus*

Introduccion

Dysdercus binoculatus chinche de la familia Pyrrhocoridae esta asociado con frecuencia a especies de la familia Malvaceae entre ellas *Malvaviscus arboreus*, un arbusto alto que se reproduce en la estación de seca (Janzen1991). *Dysdercus* presenta cierta plasticidad en su dieta cambiando su alimento en la temporada seca de flores y frutos jóvenes a semillas verdes caídas las cuales son mordidas por mamíferos y arrojadas al suelo, encontrándose presentes frecuentemente entre las hojarasca de *Sterculia apetala* (Sterculiaceae). Por la gran variedad de alimentación, podría afirmarse que estos chinches se logran reproducir casi todo el año mediante el consumo de gran variedad de especies vegetales (Janzen1991).

Los chinches (Hemiptera) se alimentan comúnmente de las partes verdes de las plantas, pero con menos frecuencia lo hacen sobre flores. Nuestro proyecto tiene como objetivo determinar la relación existente entre *Dysdercus binoculatus* y las flores de *Malvaviscus*. Específicamente en cuanto a la distribución espacial del insecto según la disposición de las flores dentro de la planta, evaluándose de esta manera la posible utilización de las flores como alimento.

Materiales y Métodos

El 22 de enero de 2003 recorrimos caminos y senderos aledaños a la Estación Biológica del Parque Nacional Palo Verde y ubicamos plantas de *Malvaviscus arboreus* con presencia de chinches, entre las 9:00 y las 16:00 hs., En cada planta registramos a los chinches anotando: sexo, estadio (adulto o ninfa), tipo de sustrato donde se encontraban al momento de la observación (hoja, tallo o flor) y la actividad que realizaban forrajeo, desplazamiento, cópula y cópula con forrajeo.

Además caracterizamos la situación en la que se encontraba el chinche, en cuanto a la cantidad de flores, hojas y tallos. Para esto delimitamos en cada planta, usando una cinta métrica, un volumen de forma cúbica de 50 cm de lado (tantos como chinches hubiera en la planta). El centro de ese cubo fue el punto donde se encontraba el chinche. Ese cubo donde encontramos al chinche lo llamamos cubo 1 y en él registramos el número de flores, hojas y tallos. Luego, con fines comparativos, se ubicaron dos cubos control, llamados 2 y 3, en

zonas de la planta elegidas de la siguiente manera: seguimos visualmente un camino de ramas tomando como punto inicial a la base del tronco principal hasta la última ramificación leñosa, punto que funcionó como centro del nuevo cubo. En ramificaciones previas a ese punto se tomaron sistemáticamente decisiones alternadas en cuanto a la rama a seguir, siendo ésta siempre la de crecimiento opuesto a la ramificación anterior. Realizamos dos veces este procedimiento por cada planta. En los cubos 2 y 3 también registramos el número de flores, hojas y tallos.

Examinamos las posibles diferencias existentes entre los tres cubos: en cuanto al número de flores mediante una prueba de Chi-cuadrado, y en cuanto al número de hojas y tallos mediante la pruebas de Kruskal-Wallis.

Resultados

Registramos 16 individuos: dos machos, siete hembras, una ninfa y tres cópulas, en un total de 8 plantas. Observamos con mayor frecuencia insectos posados sobre hojas que sobre los demás sustratos (Fig. 1). Sin embargo, las zonas donde estos se ubican son diferentes en cuanto al número de flores pero no en la cantidad de tallos u hojas en las cercanías del insecto: en 7 de los cubos con chinche, sobre un total de 13, habían flores, mientras que sólo un cubo control presentó flores. De acuerdo a la prueba de X^2 el cubo 1 fue significativamente diferente de los cubos 2 y 3: ($X^2 = 13.52$; $p = 0,001$; $g.l = 2$), pero entre estos no existen diferencias en cuanto al número de hojas (Fig. 2.; $H = 0,45$; $p = 0,80$; $n = 39$) o tallos (Fig. 3; $H = 3,85$; $p = 0,15$; $n = 39$).

La actividad más frecuentemente registrada fue el descanso (Fig. 4). La actividad de cópula fue observada tres veces, una de ellas con forrajeo simultáneo tanto de la hembra como del macho. En este último caso ambos se encontraban sobre una flor insertando su estilite entre los sépalos de la flor. El forrajeo ocurrió tanto sobre hoja como sobre flor. Sobre un total de 9 veces que fueron usadas las hojas (sustrato más usado), 4 estaban acompañadas de flores (Fig. 5).

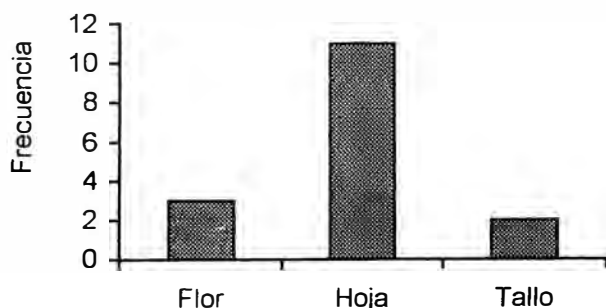


Fig. 1. Observaciones de *Dysdercus binoculatus* sobre sustratos de *Malvabicus arboreus*.

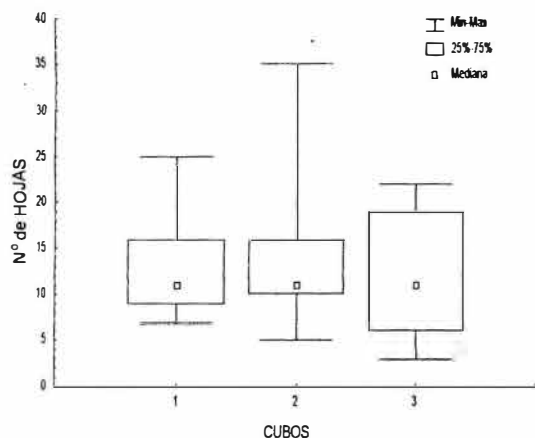


Fig. 2. Hojas encontradas un cada cubo. Cubo 1: sitio de ubicación del chinche, Cubos 2 y 3: controles.

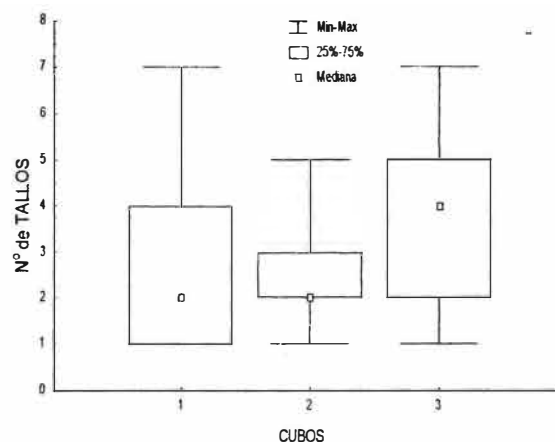


Fig. 3. Tallos encontrados en cada cubo. Cubo 1: sitio de ubicación del chinche, Cubos 2 y 3: controles.

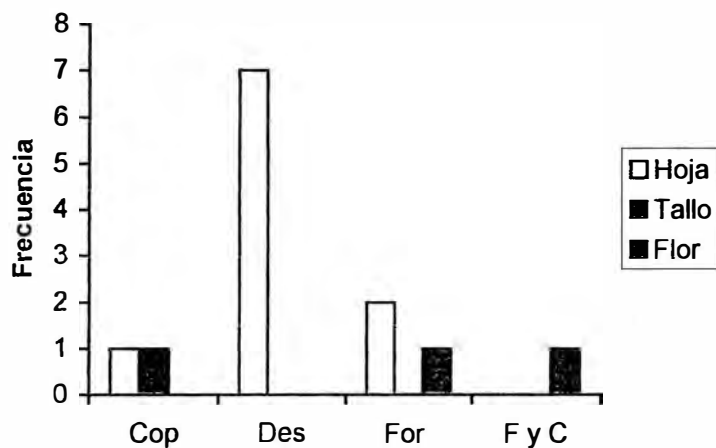


Fig. 4. Actividades realizadas según sustrato. Cop: cópula, Des: descanso, For: forrajeo, F y C: forrajeo y cópula.

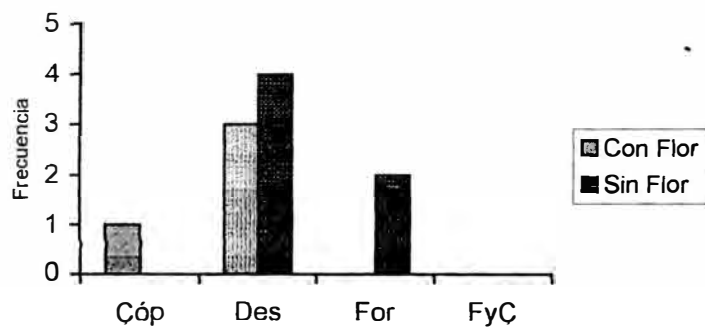


Fig. 5. Actividades realizadas sobre hojas en cubos con flor y sin flor. Cop: cópula, Des: descanso, For: forrajeo, F y C: forrajeo y cópula.

Discusión

La distribución de chinches sobre esta planta está determinada por la presencia de flores. Más aún, frecuentemente los chinches se ubican en hojas cercanas a las flores. Si bien los chinches están frecuentemente asociados a hojas, pues estas representan comúnmente su fuente de alimento principal (Macías-Ordoñez, com. pers.), la presencia de estos insectos sobre las flores o cerca de ellas y las observaciones de individuos forrajeando sobre flores, permite suponer que estas representan un recurso alimenticio valioso en este momento del año, probablemente como fuente alternativa durante la estación seca. A su vez, el modo de forrajeo, insertando el estilete entre los sépalos, dirigido hacia el nectario de la flor, permite conjeturar que estos insectos roban néctar y no intervienen en la polinización, aunque estas afirmaciones requieren de estudios adicionales para ser confirmadas.

Asumiendo que el néctar es efectivamente un alimento en la época seca es posible suponer que alguno de los sexos o ambos podrían estar defendiendo territorios alrededor de las flores, dado que el recurso no es uniforme incluso dentro de la planta, considerando que las tres cópulas observadas ocurrieron siempre sobre flores o cerca de ellas. Este comportamiento territorial podría estar ocurriendo en hembras, que son altamente dependientes de la obtención de nutrientes para mantener la reproducción (Hunter *et al.* 1992). El haber observado más hembras que machos puede deberse a que las hembras defienden las flores (recurso). Sin embargo, los machos también podrían estar defendiendo territorio para aumentar su tasa de apareamientos (Price 1997), aunque si ese fuera el caso deberíamos haber observado más machos sobre flores, a no ser que la proporción de machos sea realmente menor que la de hembras, aspecto que debe ser confirmado con estudios futuros.

Referencias

- Price, P. W. 1997. Insect ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Hunter, M. D.; O. Takayuki & P. W. Price. 1992. Effects of resource distribution on animal-plant interactions. Academic Press, Inc. San Diego, California.
- Janzen, D. H. 1991. Insectos. Pp 631-656. En Janzen, D. H. (Ed.). Historia natural de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

HERBIVORÍA EN *JACQUINIA NERVOSA* (THEOPHARASTACEAE)

Elizabeth Osorio & Jimena Forero-Montaña.

Resumen. Las plantas adultas de *Jacquinia nervosa* se caracterizan por tener fenología contraria a la de la mayoría de las plantas de bosques secos, ya que conservan las hojas en la estación seca y las pierden en la lluviosa. Se ha propuesto que ésta es una función adaptativa para contrarrestar herbivoría. En este trabajo tratamos de explicar si este comportamiento tiene esta función, midiendo herbivoría en plantas adultas fértiles, adultas estériles y jóvenes. Realizamos un experimento en el laboratorio para conocer la preferencia de insectos herbívoros generalistas por los tres tipos de hojas. El porcentaje de herbivoría fue similar para las tres edades, sin embargo, los herbívoros presentaron tendencia a preferir las hojas de plantas adultas fértiles. Nuestros resultados muestran que este comportamiento puede estar dirigido no solamente a evitar herbivoría sino también a otras funciones adaptativas tales como reproducción, principalmente polinización y dispersión.

Palabras Clave: *Jacquinia*, herbivoría.

Introducción

Jacquinia nervosa es un arbusto de las Theophrastaceae. Su distribución es restringida a los bosques secos neotropicales. Tiene hojas coriáceas, con una espina conspicua en el ápice. Se caracteriza por presentar hojas durante la estación seca, momento en la cual la mayoría de las plantas las pierden. Por el contrario, en época lluviosa los adultos pierden las hojas (Gentry 1993), mientras que los juveniles las mantienen durante todo el año. Se ha propuesto que esta estrategia fenológica contraria a la de la mayoría de las especies de bosques secos, tiene como función proteger las hojas de herbivoría, la cual en este tipo de bosque es mayor durante la época de lluvias (Barrantes, com. per).

Los daños que provocan los herbívoros y los patógenos a las plantas de los bosques tropicales han influido en la evolución de defensas cada vez más eficaces. Las espinas, particularmente comunes en bosques secos, constituyen una defensa contra los mamíferos herbívoros, sin embargo es probable que la defensa física más eficaz sea la dureza, ésta viene dada por el contenido de fibras y lignina en las paredes celulares (Barone & Coley 2002).

Los efectos de herbivoría en la planta dependen de la parte afectada, del momento en que se realice el ataque relativo al desarrollo de la planta y del tipo de herbívoro (Begon et al 1986, Hendrix 1988). La mortalidad ocasionada por insectos herbívoros puede ser baja si la cantidad de tejido removido no es muy alta (Hendrix 1988). Su consecuencia directa es reducción de la fotosíntesis neta, lo que implica disminución en el crecimiento y de la cantidad de energía disponible para reproducción, además aumenta la vulnerabilidad a patógenos y a condiciones ambientales adversas (Begon et al 1986, Hendrix 1988, Barone & Coley 2002).

En este trabajo tratamos de explicar si la estrategia fenológica de las plantas adultas de *J. nervosa* se puede relacionar con herbivoría. Nuestro diseño experimental se basó en la premisa de que "si la estrategia fenológica de las plantas adultas es una adaptación a herbivoría", esperaríamos que ésta sea mayor en comparación a la de las plantas adultas estériles y jóvenes. Debido a que las plantas fértiles deben invertir en reproducción y disponen de menos recursos para defensa de sus hojas. Para poner a prueba esta predicción medimos herbivoría en plantas de tres edades y realizamos un experimento para

determinar la preferencia de insectos herbívoros generalistas por alguna de los tres tipos de plantas.

Metododos

Este trabajo lo realizamos en un bosque seco ubicado en el Parque Nacional Palo Verde, localizado en la provincia de Guanacaste en Costa Rica. En un área de bosque deciduo, escogimos 30 individuos de tres edades, adultos fértiles con flor y fruto, adultos estériles y jóvenes. De cada individuo escogimos una rama ubicándonos hacia el norte, ignorábamos las dos primeras hojas, tomábamos las dos siguientes y repetíamos el proceso hasta completar 10 hojas.

De cada hoja medimos el área total y el área afectada por herbivoría utilizando papel milimetrado. Para los análisis calculamos el porcentaje de herbivoría en función al área total. En las plantas fértiles contamos el número de flores y frutos.

En el laboratorio hicimos un experimento de herbivoría con 16 individuos Orthoptera. La tarde anterior los capturamos y depositamos en cajas, los mantuvimos sin alimento durante una noche y al día siguiente le ofrecimos a cada uno un trozo de cada tipo de hoja de 1 cm². Observamos su comportamiento, anotamos la hora en que probaron por primera vez una hoja y su edad. Al final del día medimos el área afectada por herbivoría.

Resultados

El porcentaje de herbivoría fue similar para las tres edades (Kruskal-Wallis = 2.25, $p = 0.33$, g.l. = 2, $n = 30$, Fig. 1). El 50% del total de las hojas colectadas presentó algún tipo de herbivoría, por Coleoptera el 56,26%, por Orthoptera el 33.3% y por Lepidoptera el 10.42 %. El estado reproductivo de los adultos no influyó en el porcentaje de herbivoría ($r_s = 0.21$, $p = 0.57$ $n = 10$, para flores y $r_s = 0.55$, $p = 0.98$, $n = 10$ para frutos). Con respecto al experimento de selección de hojas de diferentes plantas, tres de los grillos mostraron tendencia a preferir hojas de las plantas fértiles, de seis hojas consumidas tres pertenecieron a este tipo (Cuadro 1).

Discusión

La fenología de las plantas fértiles de *J. nervosa* no es solamente una estrategia contra herbivoría, sino que pueden estar involucradas otras funciones adaptativas tales como reproducción, principalmente polinización y dispersión. Una planta verde, en una época de escasez como lo es la estación seca, puede ser llamativa para algunos animales, que atraídos por las hojas encuentran flores y frutos que puede ser el único alimento disponible, por ejemplo en la estación seca se ha observado a los monos carablanca, *Cebus capucinus*, consumir frutos de esta especie (Carretero & Lodoño, com.per.).

Por otro lado, el conocimiento sobre el mecanismo de polinización y dispersión de esta especie en particular es escaso, lo que no permite hacer inferencia al respecto.

Un aspecto que hay que tener en cuenta sobre la metodología de nuestro experimento, es que fue realizado en un sólo día, con "grillos" de diferentes especies, que probablemente no se encontraban en condiciones óptimas para responder a nuestras pruebas. Aunque tenemos pocos datos los "grillos" prefirieron hojas de plantas fértiles, como lo habíamos esperado. Posiblemente hojas de este tipo contienen menor cantidad de compuestos secundarios y estructurales debido a que la planta destina más recursos a reproducción. Es necesario enfatizar que estas hojas son caducifolias, y sería un desperdicio de recurso invertir en su defensa.

Por lo general la herbivoría se cuantifica en una única colecta, como lo hicimos en este trabajo y se ha comprobado que métodos de este tipo subestima la herbivoría, porque muchas veces los herbívoros devoran las hojas completamente y una sola observación no puede dar cuenta de ello. Además medidas de este tipo impiden registrar todas las consecuencias fisiológicas o demográficas que conlleva el herbivorismo, las hojas que han sido heridas pueden tornarse más susceptibles a enfermedades, reducir su crecimiento y esto la haría menos valiosa para la planta (Barone & Coley 2002).

Referencias

- Barone, J.A. & P.D. Coley. 2002. Herbivorismo y las defensas de las plantas. 465-492. En M.R. Guariguata & G.H. Kattan (eds). Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Editorial tecnológica de Costa Rica.
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1986. Ecology, Individuals, Populations and Communities. Blackwell Scientific Publications. Massachusetts.
- Gentry, A.H. 1993. A field Guide to the families and genera of Woody Plant of North West South America (Colombia, Ecuador, Perú). Conservation International. Washington.D.C.
- Hendrix, S.D. 1988. Herbivory and its impact on plant reproduction. Pp 246-266. En J.L. Doust & L.L. Doust (eds.), Plant Reproductive Ecology. Oxford University Press. Oxford, UK.

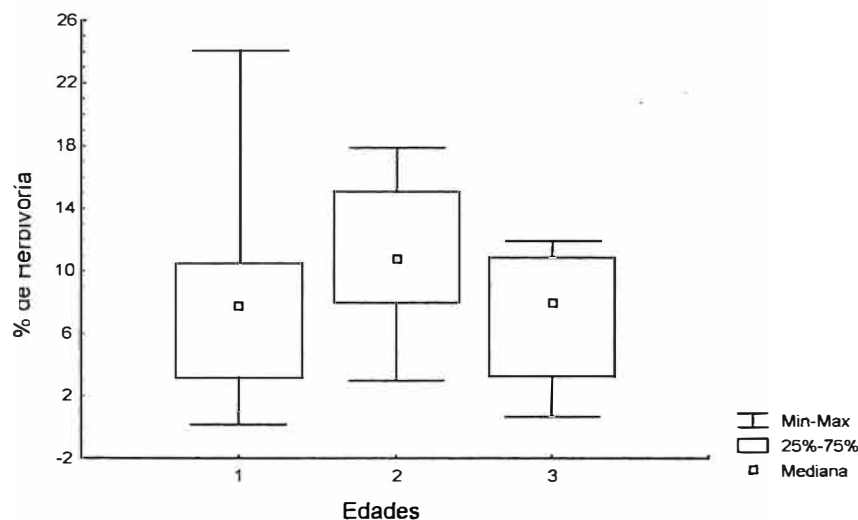


Fig. 1. Hervivoría en *J. nervosa* (1= adulto fértil, 2 = adulto estéril, 3 = joven).

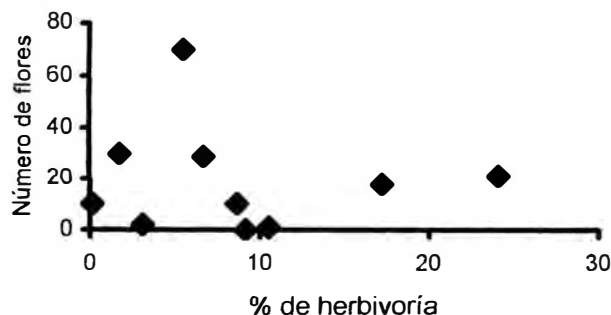


Fig. 2. Relación entre porcentaje de herbivoría y número de flores.

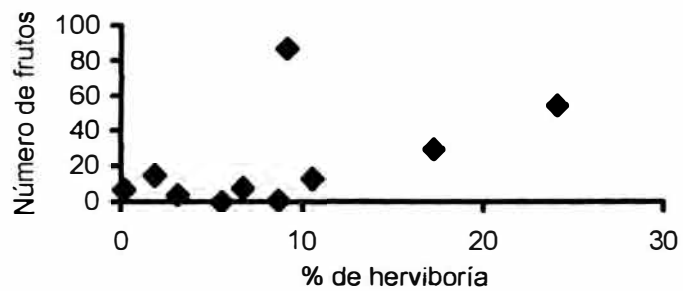


Fig. 3. Relación entre porcentaje de herbivoría y número de flores

Cuadro 1. Respuesta de los individuos Orthopthera al experimento de herbivoría.

Grillo	Hora	adulto fértil	adulto estéril	joven
1	8:22	2 mm ²		
1	13:03			3 mm ²
2	8:54	8 mm ²		
2	8:30		2 mm ²	
9	8:42	6 mm ²		
9	8:54		8 mm ²	

¿CUÁLES SON LAS ESTRATEGIAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA TRAMPA DE *MYRMELION SP.* (MYRMELIONTIDAE: NEUROPTERA) EN LA ÉPOCA HÚMEDA?

Marcelo Ardón y Luis R. González

Palabras Clave: *Myrmelion*, adaptación, precipitación, época húmeda

El león de hormigas del género *Myrmelion* es muy común en todo el territorio de Costa Rica, pero son más abundantes en las áreas de menor precipitación, donde son más favorables los suelos para las larvas (suelo seco, de textura suelta). En las áreas de mayor precipitación anual las larvas se encuentran en la tierra bajo salientes de rocas, bajo leños levemente levantados y dondequiera que estén protegidas de las lluvias (McClune 1991).

El ciclo de vida de estos organismos es relativamente largo, a veces se requieren 3 años o más para el desarrollo larval de algunos individuos (McClune 1991). Por tanto, inevitablemente las larvas deberán atravesar una o más estaciones húmedas en las que las características de la trampa y su efectividad puede variar por el cambio en las condiciones del sustrato.

Los trabajos realizados anteriormente con este género se enfocan hacia las preferencias de sustratos (Córdoba et al 1998, Gatti 2001); distribución espacial (De Paulis 1997, Bianchi 1998, Paolini 2000, Romero González 2000); características, variación y eficiencia de las trampas (Córdoba et al 1998, Lomáscolo 1998, Paolini 2000) así como comportamiento para la captura de la presa (McClune 1991). Sin embargo, no se sabe nada sobre la estrategia de estas larvas para procurar alimento (construcción de la trampa) en la época húmeda. La compactación del sustrato debido al humedecimiento podría demorar la construcción de las trampas o bien la efectividad de las mismas, para resolver esto último las larvas podrían hacer estas más profundas o más anchas pues se ha visto que estas dimensiones afectan la efectividad de la trampa (Lomáscolo 1998). Una respuesta alternativa podría ser la migración hacia sustratos más secos o finalmente el ayuno o la hibernación durante la estación desfavorable (6 meses) como propone McClune (1991).

En este trabajo se estudió la capacidad de *Myrmelion sp.* de construir trampas en un sustrato saturado de agua, su respuesta ante un gradiente de humedad y la variación en la efectividad de las trampas.

El primer experimento se llevo a cabo para determinar las variaciones en las características de las trampas entre un sustrato seco y uno saturado con agua. Se colocaron 20 individuos en pots de 5 oz cada uno con 4 oz de tierra de granos finos. El sustrato se obtuvo de las zonas donde naturalmente se encuentran estas larvas. Diez pots se mantuvieron secos y a los otros 10 se les adicionó 40 ml de agua para saturarlos. El segundo experimento se realizó en una bandeja de 54 x 41 x 10 cm llena con una capa de sustrato fino de 4.5 cm e inclinada 5° con respecto a la horizontal. En esta bandeja el 77.8% de la superficie se mantuvo húmedo mientras que el resto de la superficie permaneció seca. Las 20 larvas con que se trabajó se colocaron simultáneamente en el extremo de la bandeja que contenía el sustrato húmedo. Para humedecer el sustrato se empleó un atomizador ordinario.

Para determinar si variaba la eficiencia de las trampas de acuerdo con el grado de humedad del sustrato se colocaron 6 hormigas (*Ectatoma ruidum*) en cada trampa (húmedas y secas) el porcentaje de captura. Las hormigas grandes como *Ectatoma ruidum* salen fácilmente de estas trampas (Lomáscolo 1998) por lo que también medimos el tiempo de permanencia de la presa en la trampa.

De las 10 larvas colocadas en los potes con sustrato seco 9 construyeron la trampa. Sin embargo, las larvas colocadas en los potes de sustrato húmedo permanecieron durante todo el tiempo de observación moviéndose por el borde de los potes, 2 de ellas se introdujeron en las grietas del sustrato pero ninguna construyó trampas. Esto concuerda con los resultados de Gatti (2001) que encontró mayor tasa de construcción de trampas en áreas de sustratos de granos sueltos en comparación con sustratos más compactos en la misma época seca. De esto se deduce que si en la época lluviosa las larvas son arrastradas por las corrientes de escurrimiento o simplemente si su trampa es destruida, éstas serán incapaces de rehacer una trampa hasta que el terreno no se vuelva favorable o encuentren uno favorable.

Las larvas colocadas en la bandeja inclinada comenzaron inmediatamente a moverse sin rumbo fijo. Una vez que alcanzaban la zona seca se enterraban y posteriormente en un lapso de tiempo variable (30 - 180 minutos) comenzaron a construir las trampas. Diecisiete de las 20 larvas que se colocaron en la bandeja alcanzaron el sustrato seco mientras que las otras 3 permanecieron moviéndose a intervalos. Tres de las que lograron llegar a la zona seca aparecieron muertas probablemente como consecuencia de confrontaciones entre ellas, pues se les ha visto en conductas agresivas. Este experimento demostró que las larvas no se orientan hacia terrenos altos, generalmente más secos, sino que caminan tropezando y desviándose sin dirección aparente hasta que alcanzan el sustrato apropiado. No obstante, se evidenció la "gran" movilidad de estos individuos en momentos de estrés.

El tiempo medio de permanencia de las presas en las trampas secas es de 49 seg y el porcentaje de presas capturadas es 16% (n=6) pero la tasa de captura puede variar con la agregación (Paolini 2000) y las dimensiones de las trampas (Lomáscolo 1998). Sin embargo, el tiempo de permanencia de las presas en las trampas húmedas fue menor a 1 seg y el porcentaje de presas capturadas fue 0 (n=6). Esto implica que en condiciones de humedad estas larvas no pueden capturar su alimento.

El planteamiento de (McClune 1991) sobre la hibernación o el ayuno de esta especie como respuesta ante una época húmeda desfavorable no deja de ser posible. Sin embargo, considerando la movilidad de estos individuos nos parece más factible pensar en una respuesta de búsqueda de un lugar con condiciones de sustrato favorables. No obstante, nos parece esencial para la supervivencia de estos individuos el lugar que la hembra seleccione para poner los huevos como fue sugerido por González (2000).

Referencias

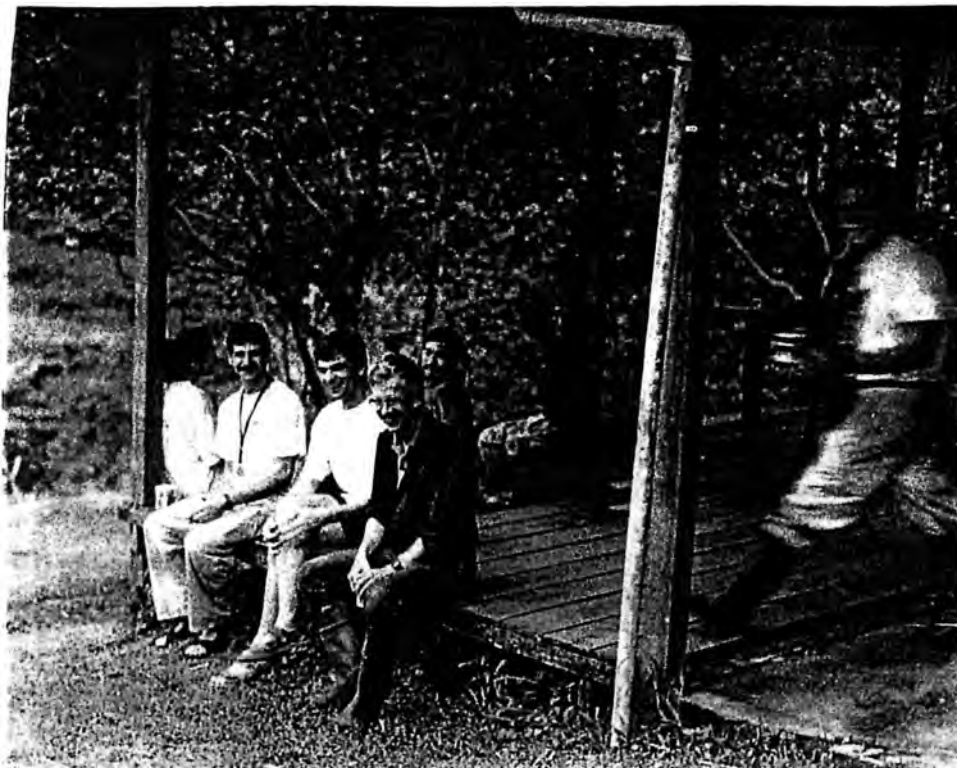
- Bianchi P., G.R. 1998. Respuesta numérica y disposición intra-agregada de la hormiga león (*Myrmelion* sp.: Myrmeleonidae). pp. 231-233. En: Farji-Brener, A.G. y F. Chinchilla. Ecología tropical y conservación 1998-2. UCR y OET.
- Córdoba, S.; J. González; S. Lomáscolo; A. Loayza y A. Farji-Brener. 1998. ¿Efectividad de captura o costo de construcción? Elección de microhábitat en la hormiga león. pp. 172-175. En: Farji-Brener, A.G. y F. Chinchilla. Ecología tropical y conservación 1998-2. UCR y OET.
- De Paulis, E.L. 1997. ¿Por qué algunas hormigas león (*Myrmeleon*) forman agrupaciones y otras no? pp. 183-186. En: Chinchilla, F. Ecología tropical y conservación 1997-2. UCR y OET.
- Gatti, G.M. 2001. ¿Qué les disgusta, los vecinos o el vecindario? Efecto del sustrato y de las hormigas *Pseudomyrmex spinicola* sobre la abundancia de larvas de *Myrmelion* sp. pp.250-253. En: Farji-Brener, A.G. y G. Barrantes. Ecología tropical y conservación 2001-2. UCR y OET.

- Lomáscolo, S. 1998. Capacidad de modificación de la trampa de *Myrmelion* sp. (Neuroptera) acorde a cantidad y características de las presas. pp. 228-230. En: Farji-Brener, A.G. y F. Chinchilla. Ecología tropical y conservación 1998-2. UCR y OET.
- McClune, M.S. 1991. *Myrmelion* (Hormiga León, Ant Lyons). pp. 755-757. En: Janzen, D. H. Historia natural de Costa Rica. Universidad de Costa Rica.
- Paolini, L. 2000. Las ventajas de estar juntos: consecuencias de la agregación de trampas en el "león de las hormigas" (*Myrmelion* sp.). pp. 210-214. En: Farji-Brener, A.G. y G. Barrantes. Ecología tropical y conservación 2000-2. UCR y OET.
- Romero González, M. 2000. ¿Por qué me agrupo? Patrón de distribución en *Myrmelion* sp. (Neuroptera). pp. 215-217. En: Farji-Brener, A.G. y G. Barrantes. Ecología tropical y conservación 2000-2. UCR y OET.

POCOSOL



PRONOSTICO DEL TIEMPO PARA EL
DIA DE HOY
Los vientos alisios cargados de
humedad provocarán lluvias
torrenciales durante todo el día,
para los próximos 4 días se
pronostica lo mismo.



Secos y felices en Pocosal



Le probaré a "Felicia" que los chapulines no fotosintetizan

HERBIVORIA EN HOJAS JÓVENES DE *INGA* SPP. SE TE ANTOJAN ROJAS?

Gustavo A. Londoño, Elizabeht Osorio, Luciana Elizalde, Monica Olazábal, Evelin Astudillo & Mary Ann de la Fuente.

Editor: David Suarez

Resumen. Los daños producidos por herbívoros sobre las plantas han creado diversos sistemas de defensa entre ellos están los químicos, físicos y estructurales. Algunas plantas no crean sistemas de defensas pero retrasan la capacidad fotosintética de las hojas, reduciendo su calidad nutritiva. Esto esta asociado con la producción de antocianinas a las cuales se les ha atribuido la capacidad de reducir ataques por parte de los herbívoros, reducción de daño por luz uv, propiedades antifungicas que protegerían a la hoja joven de ataque por hongos patógenos y por ultimo se a propuesto como estrategia para evitar que los herbívoros como insectos que no ven los colores rojos e infra rojos detecten estas hojas. En este estudio se puso a prueba las hipótesis propuestas sobre posibles roles que juegan las antocianinas en al defensa de las hojas jóvenes. Para esto se tomaron hojas jóvenes de *Inga* spp. que presentan un color rojo producido por las antocianinas y se comparo el porcentaje de herbivoría con plantas vecinas que tenían hojas jóvenes de color verde. No se encontraron diferencias en los porcentajes de herbivoría de las diferentes hojas, sin embargo las hojas de *Inga* spp. no están perdiendo más tejido por herbivoría que las hojas jóvenes de color verde.

Palabra Clave. *Inga* spp., herbivoría, antocianinas.

Introducción

En el trópico es relativamente poca la investigación que se ha llevado a cabo sobre el papel que juegan los herbívoros en la interacción planta-herbívoro (Barone & Coley 2002). El daño que provocan los herbívoros y patógenos a las plantas de los bosques tropicales ha obligado a estas ultimas a desarrollar defensas cada vez más eficaces.

Las plantas presentan una gran cantidad de defensas para contrarrestar la herbivoría (Coley & Kursar 1996, Barone & Coley 2002), entre las que se destacan: (1) defensas químicas en donde la planta usa compuestos secundarios los cuales son sintetizados exclusivamente para defenderse contra herbivoría. (2) Defensas físicas como espinas, tricomas y dureza, pareciendo esta ultima la mas eficaz y que consiste en aumentar el contenido de fibra y lignina en las paredes celulares de las hojas. (3) Estructuras como nectarios extra florales , domacios entre otras, que atraen hormigas que colaboran en la defensa de las hojas contra herbívoros.

La calidad nutritiva de una hoja puede tener una gran influencia en el crecimiento y en la supervivencia de los herbívoros (Barone & Coley 2002). Una hoja joven y en pleno crecimiento carece de fibra por lo que su contenido de agua y nitrógeno suele ser mayor que la de una hoja madura. Esto contribuye a una alta tasa de herbivoría, que se acentúa con el hecho que los herbívoros que se alimentan de estas hojas muestran tasas de crecimiento más rápidas (Stamp & Casey 1993). En los bosques tropicales, hojas jóvenes de muchas especies de plantas son blancas, rosadas o rojas. Esto ocurre porque la producción de clorofila se retrasa hasta que la hoja halla alcanzado su tamaño final (Baker & Hardwick 1973). Esto implica retraso en el proceso fotosintético y como consecuencia el crecimiento de la hoja se hace más lento. Por otro lado le permite a las plantas reducir la perdida de recursos producida por herbívoros

(únicamente pierde compuestos estructurales), lo que no ocurre con las hojas jóvenes en expansión de color verde donde se perderían compuestos estructurales, proteínas y lípidos asociados a la fotosíntesis (Barone & Coley 2002). Esto es sugerido como una estrategia y no como un tipo de defensa, ya que la planta reduce el costo metabólico que les acarrea el herbivorismo y no es un arma para impedir la herbivoría. El color rojo presente en hojas jóvenes en expansión es debido a la presencia de antocianinas (Coley & Kursar 1996). Hay diferentes hipótesis para explicar la presencia de antocianinas en hojas jóvenes: (1) Las antocianinas desvían radiación dañina como la ultra violeta esto puede ser importante para los árboles del dosel pero no para los del sotobosque que están en la sombra. (2) Se ha propuesto que estas tienen propiedades antifúngicas que protegerían a la hoja joven de ataque por hongos patógenos. (3) Por último se ha propuesto como estrategia para evitar que los herbívoros como insectos que no ven los colores rojos e infra rojos no detecten estas hojas.

En este estudio se quiso evaluar si el color rojo en las hojas jóvenes en expansión de *Inga* spp. puede estar reduciendo el porcentaje de herbivoría sobre estas, en comparación con hojas de color verde de otras especies de plantas presentes en su alrededor.

Métodos

Este proyecto lo realizamos en la estación Pocosal, ubicada en la vertiente caribeña de la cordillera Tilarán, Costa Rica. Este lugar tiene una altura promedio de 720 msnm, con una precipitación anual de 4500 mm y el tipo de vegetación dominante es bosque húmedo premontano.

Escogimos 25 individuos de *Inga* spp. en el sendero mirador. Colectamos las hojas jóvenes de color rojo en *Inga* spp. y elegimos un par de hojas jóvenes (las terminales) en plantas vecinas del mismo tamaño en las cuatro direcciones cardinales en un radio de 50 cm. En el laboratorio con una cuadrícula en acetato medimos el área total y el % de herbivoría, para todas las hojas jóvenes. Con estos se sacaron los promedios de herbivoría para todas las hojas y se compararon con una prueba de Wilcoxon. También se correlacionó el área foliar para las hojas de *Inga* y las vecinas respecto al área total.

Resultados

Observamos que no existían diferencias en el porcentaje de herbivoría de hojas rojas de *Inga* spp. y verdes de las otras especies (Wilcoxon: $T = 160$, $p = 0.946$) (Fig. 1).

No hubo relación entre el área foliar y el porcentaje de herbivoría para las hojas jóvenes de *Inga* spp. ($r_s = 0.03$, $p = 0.87$) (Fig. 2). Algo similar ocurrió con las plantas de otras especies alrededor de la *Inga* spp. ($r_s = -0.13$, $p = 0.52$) (Fig. 3).

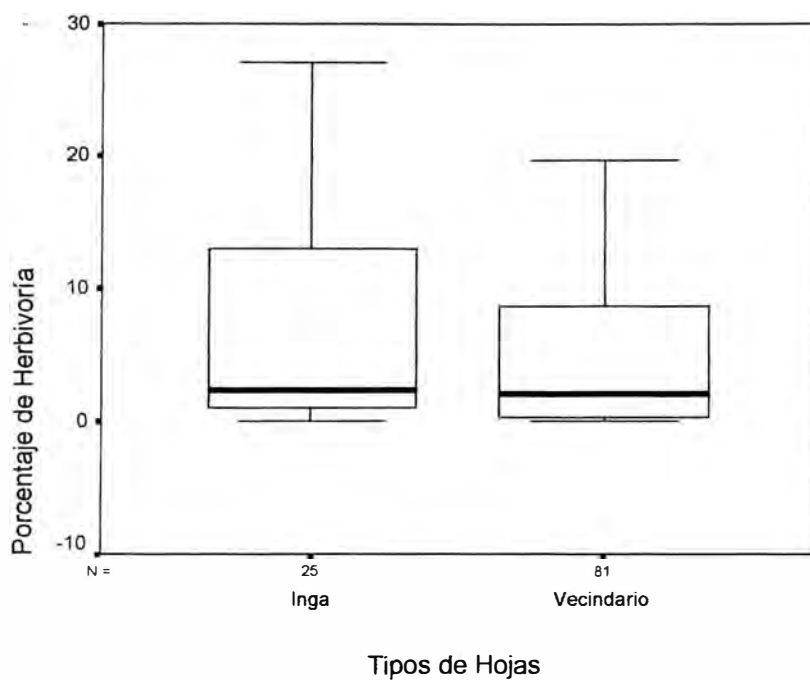


Fig. 1. porcentajes de herbivoría (mediana y percentiles) en *Inga* spp. y en el vecindario.

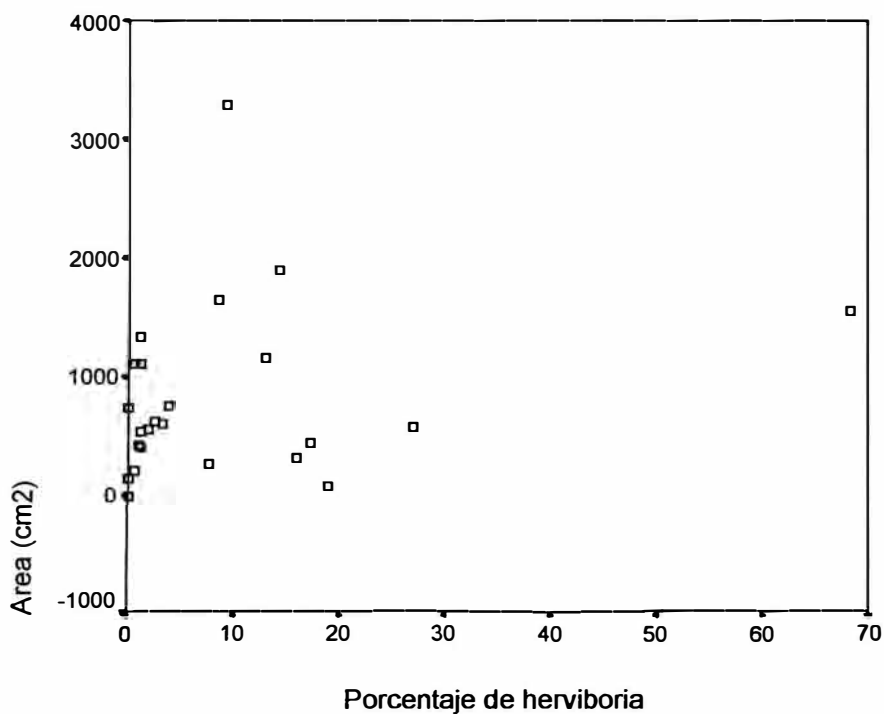


Fig. 2. Relación del área foliar total de las hojas jóvenes de *inga* spp. respecto a el porcentaje de herbivoría.

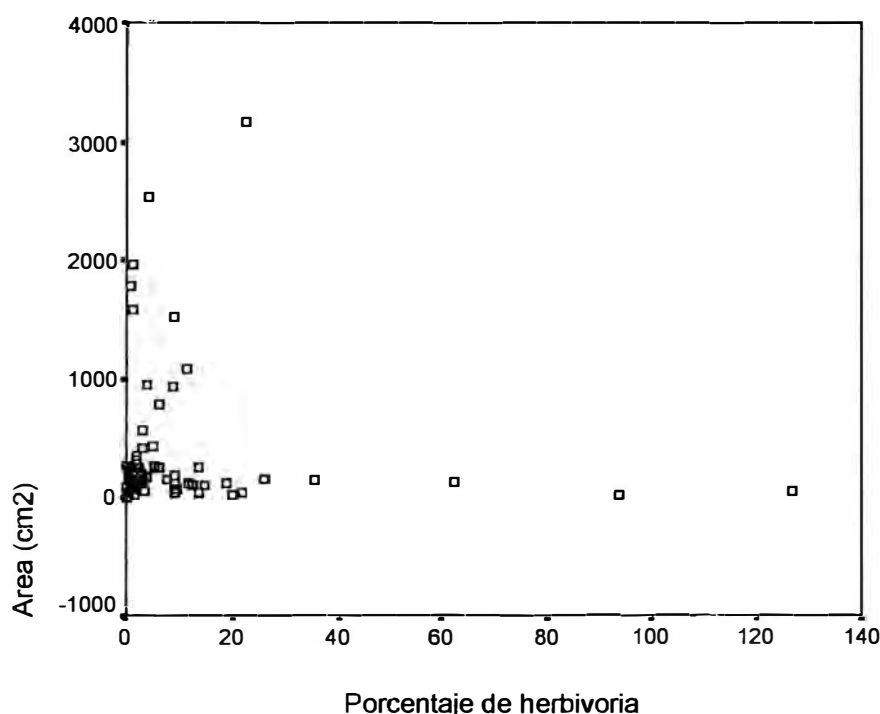


Fig. 3. Relación del área de la hoja sobre el porcentaje de herbivoría en Hojas jóvenes de color verdes presentes en el vecindario.

Discusión

El porcentaje para las hojas jóvenes en general fue bajo no más del 10 %. Sin embargo la presencia de antocianinas (color rojo) en las hojas jóvenes de *Inga* spp. no disminuye el porcentaje de herbivoría, lo cual se había encontrado en otros estudios (Barone & Coley 2002). Esto no apoya las hipótesis propuestas sobre el papel que estarían jugando las antocianinas en la defensa de la hoja. Sin embargo las plantas de *inga* spp. están minimizando el costo por herbivoría ya que estas hojas jóvenes de color rojo solo poseen compuestos estructurales (bajo costo) y muy pocos o casi nada de nutricionales que tienen un alto costo de producción (Barone & Coley 2002).

Debido al poco número de plántulas de *inga* encontrados en el transecto, se tomaron plántulas de distintas alturas, esto pudo afectar el porcentaje de herbivoría ya que en las de baja altura se observaron hormigas asociadas a los nectarios, las cuales podrían estar defendiendo a la plántula de herbivoría, afectando los resultados.

Literatura Citada

- Baker N. R. & Hardwick. 1973. Biochemical and Physiological aspects of leaf development in cacao (*Theobroma cacao*) I. Development of Chlorophyll and Photosynthetic activity. *New Phytologist* 72: 1315-1324.
- Barone, J. A. & Coley P. D. 2002. Ecología de la polinización. Pp. 465-492. En, Guariguata M. R. & Kattan H.G. (eds). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales* Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Coley, P. D. & Kursar T. A. 1996. Anti-Herbivore defenses of young tropical leaves: Physiological constraints and Ecological Trade-offs. Pp. 305-336. En Mulkey S. S.

- Chazdon R. L. & Smith A. P. (eds), Tropical forest plant ecophysiology. Chapman and Hall, USA.
- Stamp, N. E. & Casey T. M. (eds). 1993. Caterpillar: Ecological and Evolutionary Constraints on Foraging. Chapman and Hall, USA.

PREDACION DE AGALLAS DE CECIDOMYIIDAE POR EL PARASITOIDE *PLATYGASTER* SP. (PLATYGASTRIDAE)

Xyomara Carretero P., Rodrigo Becerra, Carlos Martínez, Ruth Percino, Delicia Pino, David Suarez & Paul Hanson.

Editor: Luis R. González

Resumen. Las agallas son estructuras de tejido de la planta hospedera inducido por diversos animales como estructuras de protección y fuente de nutrientes para el desarrollo de sus estados larvales. Estudiamos la mortalidad de un inductor de agallas de la familia Cecidomyiidae debida al endoparásito *Platygaster* sp. (Platygastriidae). Encontramos que la mortalidad del inductor tiene la tendencia a ser menor cuando sus agallas se encuentran conglomeradas respecto a cuando están solas o agregadas. Esto se puede explicar debido a una mayor dificultad para las hembras de *Platygaster* sp. de ovopositar las larvas de Cecidomyiidae. Además, las hembras de Cecidomyiidae posiblemente están ovopositando con mayor frecuencia en la zona basal de las ramas.

Palabras Clave: Cecidomyiidae, ectoparásito koinobionte, mortalidad, *Platygaster* sp.

Introducción

Una de las interacciones parasíticas de insectos sobre plantas se manifiesta en la formación de agallas, que constituyen abultamientos anormales en la superficie del hospedero como respuesta a la presencia de huevos del insecto. Estos insectos que inducen agallas manipulan los tejidos de su planta hospedera para que les proporcionen nutrientes y tejidos de protección (Strauss & Zangerl 2002). A pesar del tejido de protección, algunos de estos inductores son parasitados a su vez por otros insectos (P. Hanson *com. pers.*).

Las agallas pueden encontrarse en diferentes estados de agregación dentro de las plantas hospederas. Se ha propuesto que esta distribución de agallas podría influir en la mortalidad por parasitismo, debido a que es más difícil para la hembra parasitoide acceder a las larvas cuando estas se encuentran en agallas muy agregadas. Además, en agallas agregadas las cámaras donde están las larvas son profundas y sus paredes son más gruesas, y por lo tanto difíciles de penetrar (P. Hanson *com. pers.*).

Estudiamos la mortalidad de un inductor de agallas de la familia Cecidomyiidae parasitado por avispa del género *Platygaster* (Familia: Platygastriidae). Este insecto es un endoparásito koinobionte, que no paraliza al hospedero, permitiendo que la larva se desarrolle normalmente, por lo que el efecto se observa en el estado de pupa. Suponemos que el grado de agregación de las agallas influye sobre la probabilidad de ataque del parasitoide. Esto debido a la dificultad para encontrar las agallas cuando se encuentran muy dispersas y a la dificultad mecánica que representaría depositar los huevos sobre las larvas cuando estas se encuentran en agallas muy agregadas, teniendo en cuenta la mayor dureza de sus paredes. Además, predécimos que los inductores preferirían ubicarse en las zonas de crecimiento, es decir en la zona apical, donde habría más nutrientes (P. Hanson *com. pers.*).

Métodos

Realizamos el estudio en la Estación Biológica Pocosol, ubicada a 720 m en la vertiente caribeña de la cordillera de Tilarán. En dos parches de *Piper hispidum*,

ubicados uno en bosque secundario y el otro en el borde del bosque cercana al laboratorio. Recolectamos 51 ramas con agallas de 14 plantas, para disectarlas posteriormente en el laboratorio con ayuda del estereoscopio. Se disectaron un total de 121 agallas.

En el laboratorio registramos: número de agallas por rama, longitud de la rama, posición de la agalla (en nudo o entrenudo), distancia de la agalla a la base de la rama, estado de la larva y parasitoide, y presencia de otros organismos. Definimos las siguientes categorías para caracterizar el estado de cada agalla: 1- salida exitosa (agallas sin larva y con restos de pupa del inductor); 2-larva viva; 3-muerto (pupa del inductor muerta); 4-larva con parásito (ectoparásito); 5-muerto sin parásito (pupas de la mosca muertas sin señales de presencia de parasitoides); 6- vacío; 7- trips o ácaros (colonizadores secundarios de las agallas abandonadas por el inductor). Las agallas fueron clasificadas según su estado de agregación en: *solitarias*, cuando se encontraba una agalla sola en el entrenudo de las ramas; *agregada* cuando se encontraron agallas ubicadas a menos de 2 cm dentro del mismo entrenudo y *conglomerada*, cuando las agallas se encontraban muy juntas una al lado de la otra.

Los datos de las larvas no los tomamos en cuenta para el análisis porque no indican la mortalidad causada por *Platygaster* sp. Los resultados expuestos están basados en un 22.3% de los datos totales, dado que para cuantificar la mortalidad sólo podían considerarse las pupas muertas o que contenían pupas de parasitoides y no las larvas vivas en las que no era posible determinar la presencia del endoparásito.

Se realizaron pruebas de Chi-cuadrado para determinar las diferencias entre los estados de agregación de las agallas y la mortalidad, además de para determinar las diferencias entre las posiciones de las agallas dentro de las ramas (zona apical y basal).

Resultados

La mitad de las agallas disectadas presentaron larvas de Cecidomyiidae (49.6 %) sin presencia visible de ectoparásitos. En un 6.6% se encontró una ocupación de carácter secundario de las agallas por parte de trips (Orden: Thysanoptera, Suborden: Tubulifera, Familia Phloeothripidae). El 21.5% de las agallas estaban vacías. Los parasitoides encontrados pertenecen a las familias Platygasteridae (7), Braconidae (1) y Eulophidae (1), del Orden Hymenoptera.

La mortalidad del inductor al parecer fue menor en agallas conglomeradas respecto a las agallas solitarias y agregadas (Fig. 1). Sin embargo, esta diferencia no fue significativa ($\chi^2 = 1.979$, $p = 0.37$, $gl = 2$).

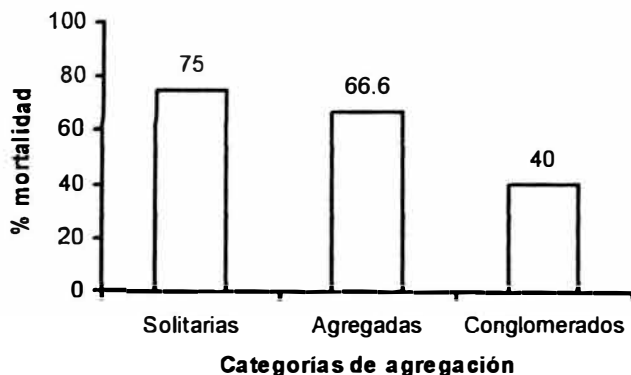


Fig. 1. Porcentaje de mortalidad de los inductores de la familia Cecidomyiidae según la categoría de agregación (n = 27).

Encontramos significativamente más agallas en la parte basal de las ramas respecto a la apical (78 apical, 41 basal) ($\chi^2 = 67.23$, $p = 2.42 \times 10^{-16}$, $gl = 1$).

Discusión

El estado de agregación de las agallas tuvo una tendencia a sufrir un menor efecto en la mortalidad de las larvas de Cecidomyiidae por causa del parasitoide. Sin embargo, este resultado no puede considerarse concluyente dado el bajo número de pupas encontradas muertas por parasitismo de estas moscas en nuestro estudio ($n = 27$). Percino-Daniel (2003) encontró una menor mortalidad de larvas para las agallas agregadas respecto a las solitarias ($n = 68$), explicado porque las agallas agregadas tienen más lignina acumulada que dificulta la ovoposición al parasitoide, corroborando la tendencia encontrada en este estudio.

Las hembras de *Cecidomyiidae* mostraron preferencias por la zona basal de la rama como sitio de oviposición. Esto puede deberse a la capacidad de la mosca de inducir a la planta para que produzca tejido nutritivo en las paredes de las agallas, por lo cual no interesa el sitio en el que estén ubicadas.

Bibliografía

- Percino-Daniel. R. 2003. Parasitoides en agallas de *Piper hispidum*. Juntitos o separados. En este volumen.
- Strauss, S.Y. & A.R., Zangerl. 2002. Plant – Insect Interactions in terrestrial ecosystems. Pp. 77-106. En: Herrera C.M. & O. Pellmyr. Plant – Animal Interactions: An evolutionary approach. Blackwell Publishing.

EVALUACIÓN DE TRES INDICES DE BIOMONITOREO EN QUEBRADAS DE UN BOSQUE HUMEDO

Marcelo Ardón, Rosalia, Jimena Forero-Montaña, Luis, Josué, Wills Flower

Editora: Irene Zanger

Resumen. Los índices de biomonitoreo se han convertido en una herramienta muy utilizada para evaluar rápidamente la condición de ríos y quebradas. En este proyecto evaluamos la aplicabilidad de tres índices desarrollados en otros países a dos quebradas que desembocan en la Laguna Pocosol y una que drena la misma laguna. Esperabamos que si los tres índices en realidad reflejan lo que esta pasando en la quebrada los valores de los índices deberían concordar para cada uno de los sitios. De acuerdo al índice de EPT todos los sitios son muy buenos o buenos, mientras que el índice de Sensibilidad y el Virginia SOS indicaron que solo un sitio presentaba una buena condición de agua. Nuestros resultados reflejan que índices de biomonitoreo desarrollados en otras regiones tienen poca aplicabilidad fuera de ese lugar.

Palabras Clave: biomonitoreo, calidad de agua, macroinvertebrados.

Introducción

En la segunda mitad del siglo XXI la demanda de agua se ha triplicado (Postel 2002). Cada vez se torna más difícil cumplir con las necesidades de los humanos y mantener suficiente agua para los sistemas acuáticos. Los biólogos se han demorado en darse cuenta que los ecosistemas acuáticos son mas amenazados (Pringle 2001). Por ejemplo el famoso proyecto de tamaño crítico (Minimal Critical Size of Ecosystems, Lovejoy et al. 1986) en Manaus no toma en cuenta nada sobre sistemas acuáticos. Actualmente con el aumento en problemas de cantidad y/o calidad de agua se ha dado un mayor interés en comprender el estado de los ríos y la quebradas. A raíz de esto se ha aumentado el uso de índices de biomonitoreo, por tener las ventajas de ser métodos rápidos y relativamente baratos para conocer la condición de un río.

Estos índices están basados en la resistencia o sensibilidad de organismos acuáticos a las condiciones del agua. Los índices mas usados se basan en macroinvertebrados, aunque existen otros índices que usan otros organismos como peces o algas. Nuestro objetivo era determinar la aplicabilidad de tres índices de biomonitoreo en tres quebradas en un bosque húmedo premontano. Al aplicar tres índices diferentes a tres quebradas esperaríamos resultados similares para un mismo lugar. Aplicamos los índices: EPT, Índice de sensibilidad (Carrera y Fierro 2001) y el Virginia Save Our Streams. El EPT se basa en que un alto porcentaje de organismos de Ephemeroptera, Plecoptera o Trichoptera son indicadores de buena calidad del agua. El índice de sensibilidad se basa en la presencia o ausencia de familias de macroinvertebrados con valores “conocidos” de su capacidad de tolerar malas condiciones de la quebrada. El Virginia Save our Streams es parecido al índice de Sensibilidad pero los valores de sensibilidad son diferentes debido a que fue desarrollado para Virginia.

Métodos

Realizamos este trabajo dentro del Bosque Eterno de los Niños (BEN), localizado en la cordillera de Tilarán. Escogimos tres quebradas, dos que

desembocaban en la laguna Pocosol y una que la drenaba. Muestreamos en un sitio en cada una de las quebradas entrando a la laguna y en dos sitios en la quebrada saliendo de la laguna. Llamamos los sitios en las quebradas que desembocan en la laguna Desembocadura 1 y Desembocadura 2. Los dos sitios en la quebrada que drena la laguna les llamamos Drenaje 1 y Drenaje 2. En cada lugar utilizamos una red de patear con un esfuerzo de captura total de 5 minutos. Separamos los insectos de la hojarasca y demás materiales dentro de la red en el campo y guardamos los insectos en alcohol (70%) para ser identificados en el laboratorio. Identificamos los invertebrados hasta familia y aplicamos 3 índices: EPT, Índice de sensibilidad (Carrera y Fierro 2001) y Virginia Save Our Streams. Los tres índices se basan en datos de presencia y abundancia de los diferentes grupos y o familias, con estos datos se calcula un valor y los protocolos tienen escalas para interpretar los valores.

Resultados

En total encontramos 7 ordenes, 2 subordenes y 13 familias (Cuadro 1). El único grupo común a los cuatro sitios fue Hydropsichidae (Trichoptera).

Cuadro 1. Individuos colectados en cuatro sitios en tres quebradas alrededor de la Laguna Pocosol. Drenaje 1 y Drenaje 2 estan en la quebrada que drena la laguna y Desmbocadura. 1 y Desmbocadura 2 estaban en dos quebradas que desembocan en la laguna.

	Drenaje 1	Drenaje 2	Desembocadura 1	Desembocadura 2
Anisoptera				2
Baetidae	4	1	14	
Elmidae				6
Hirudinea	2			
Hydrobiosidae			1	
Hydropsichidae	172	11	7	1
Leptohyphidae	1			
Leptophlebiidae		1		7
Naucoridae		1		
Oligochaeta			2	
Perlidae	3			7
Ptilodactylidae				1
Simuliidae			2	
Tipulidae				1
Zygoptera				1
Total	182	14	26	26

Los tres índices solo coincidieron en la calidad de la desembocadura 2 . Según el EPT los cuatro sitios están en buena condición, mientras que los otros dos índices mostraron que tres de los cuatro sitios se encuentran en malas condiciones (Cuadro 2).

Cuadro 2. Condiciones del agua en los sitios de muestreo según tres índices de biomonitorio.

	EPT	Sensibilidad	SOS Virginia
Drenaje 1	Muy Buena (98)	Mala (32)	No aceptable
Drenaje 2	Muy Buena (92)	Mala (28)	No aceptable
Desembocadura 1	Muy Buena (81)	Mala (22)	No aceptable
Desembocadura 2	Buena(64)	Buena (66)	Aceptable

Discusión

En general la diversidad de macroinvertebrados en los sitios muestreados fue baja en comparación a otros sitios como Guanacaste y el Valle Central (W. Flowers com. pers.). Esperábamos encontrar baja diversidad en la quebrada drenando la laguna, pero la diversidad fue baja en todos los sitios. El hecho que las tres quebradas nacen y drenan áreas protegidas hacen estos resultados interesantes. Habría que muestrear en mas sitios para determinar la causa de esta baja diversidad. Actualmente hay mucha discusión sobre los efectos que las prácticas fuera de las áreas de conservación tienen en las quebradas dentro de las mismas (Pringle 2001). Considerando todos los usos que se le da al agua saliendo del BEN (generación hidroeléctrica, riego y fuente de agua potable) podría ser que haya algún efecto de aislamiento que este afectando a los insectos dentro de la reserva.

El hecho que los tres índices solamente hayan concordado en determinar el estado del agua en uno de los cuatro sitios nos hacen dudar de la aplicabilidad de estos en este bosque. Nosotros tomamos los índices de EPT y Sensibilidad de una publicación ecuatoriana (Carrera y Fierro 2001). Sin embargo sospechamos que los autores solo tradujeron los métodos de los índices desarrollados en Estado Unidos, sin modificarlo o ajustarlo a quebradas neotropicales. Para aplicar estos índices siempre se recomienda tener una quebrada de testigo que esté en “buenas” condiciones, se toma una quebrada dentro de un área de conservación para compararla con una quebrada que ha sufrido algún impacto. Nosotros utilizamos tres quebradas que podrían servir como testigos y nos dieron resultados completamente diferentes. Si aceptamos el comentario de W. Flowers (considerando todos los años de experiencia trabajando en Costa Rica) de que la baja diversidad puede indicar que hay algo afectando a las quebradas, entonces el índice EPT no es un buen indicador de las condiciones del agua. Los otros dos índices podrían ser más representativos de lo que esta pasando, pero se necesitan más muestreos para poder ajustar el índice al sistema local. Nuestros datos confirman algo que se ha sabido desde el primer índice de biomonitorio (Hilsenhoff 1987) pero frecuentemente se ignora: esto índices son específicos para la región en la que se desarrollaron y tienen poca aplicabilidad en otros sitios.

Literatura citada

- Carrera Reyes, C. y K. Fierro 2001. Manual de Monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Ecociencia. Ecuador.
- Hilsenhoff, W. 1987. An improved biotic index of organic stream pollution. Great Lakes Entomol. 20:31-39.
- Lovejoy, T.E., R.O. Bierregaard, Jr., A.B. Rylands, J.R. Malcolm, C.E. Quintela, L.H. Harper, K.S. Brown Jr., A.H. Powell, G.V.N. Powell, H.O.R. Schubarty y M.B.

- Hays. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. En M.E. Soulé (Editor): Conservation Biology: The science of scarcity and diversity. Sinauer Associates Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Postel, S. 2002. Rivers of life: the challenge of restoring health to freshwater ecosystems. Water and Science Technology 45:3-8
- Pringle, C.M. 2001. Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: A global perspective. Ecological Applications 11:981-998.
- Primack, R., Rozzi R., Feisinger, P., Dirzo R., Massardo, F. 1998. Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas.

SELECCIÓN DE *PENTAGONIA DONNELL-SMITHII* (RUBIACEAE) PARA TIENDAS DE MURCIÉLAGOS: AISLAMIENTO, ALTURA Y TAMAÑO DE HOJAS

Alaín Carretero, Irene Zager, Juan Carlos Villarreal, Gabriel Colorado, Luciano Lopes, Johel Chaves & Bernal Rodríguez.

Editora: Luciana Elizalde

Resumen. En la Estación Biológica Poco Sol, evaluamos el efecto de la altura, el tamaño de las hojas y el nivel de aislamiento de plantas de *Pentagonia donnell-smithii* en la selección de sitios para tiendas de murciélagos. Nuestros resultados sugieren que los murciélagos prefirieron ubicar sus tiendas en las partes medias-altas de la planta, así como en las hojas más grandes de las mismas. No encontramos un patrón de localización de las tiendas en sitios sin vegetación circundante.

Palabras clave: *Pentagonia* sp., tiendas de murciélago

Introducción

Los murciélagos están entre los mamíferos más diversos y abundantes, abarcando casi la cuarta parte de todas las especies de mamíferos conocidas en el mundo. En Costa Rica existen al menos 108 especies. Estos animales tienden a vivir en grupos o colonias, dependiendo de la especie, aunque algunos son solitarios. Los grupos de murciélagos podrían no estar relacionados, pero a menudo son grupos familiares o harenes, defendidos por un solo macho (La Val & Rodríguez 2002).

. Entre los refugios utilizados por algunas especies de murciélagos se incluyen, además de las cuevas y cavidades en troncos de árboles, las “tiendas” construidas en el follaje de diferentes especies vegetales (Kunz *et al.* 1994, Medellín *et al.* 2000). Ha sido propuesto que estas estructuras, además de actuar como dormitorios, pueden cumplir un papel de protección contra las condiciones climáticas, así como contra los depredadores. Igualmente, se ha propuesto que para ciertas especies podrían estar actuando como una medida de control de ectoparásitos además de cumplir un papel en el comportamiento social, particularmente en las especies poliginicas (Timm 1987, Kunz y McCracken 1996).

Los murciélagos que construyen tiendas en el follaje deben enfrentar limitaciones ambientales diferentes a las de los murciélagos que utilizan perchas relativamente permanentes, tales como cuevas o cavidades en los troncos. A pesar de que las tiendas presentan la ventaja de la flexibilidad en la escogencia de la localización del refugio, la morfología de la hoja limitará no sólo la arquitectura de la tienda sino también el número de individuos que pueden utilizarla como percha. Además, este tipo de refugio presenta la desventaja de que no es estable a lo largo de grandes períodos de tiempo, ya que se van deteriorando continuamente con el uso y la exposición a las condiciones climáticas adversas. Esto resulta en que los murciélagos deban ubicar y modificar hojas regularmente (Brooke 1990).

Por lo tanto, es de esperar que no todas las hojas constituirán un recurso adecuado para la construcción de tiendas, y que los murciélagos seleccionarán no sólo cierto tipo de plantas, sino cierto tipo de hojas dentro de una planta para la construcción

de su refugio. Esto ha sido probado por varios autores quienes encontraron que las tiendas de murciélagos están asociadas a hojas de características específicas con respecto al tamaño, forma y posición dentro de la planta, entre otros (Timm y Mortimer 1986, Timm 1987, Kunz *et al.* 1994).

Teniendo esto en consideración, evaluamos el efecto del tamaño, la altura y el grado de aislamiento de plantas de *Pentagonia donnell-smithii* para la construcción de tiendas de murciélagos. Esta planta es una Rubiaceae en la cual se han observado varias tiendas de murciélagos en distintas localidades dentro de Costa Rica (Brooke 1990, Kunz *et al.* 1994).

Métodos

Realizamos este estudio en la Estación biológica Poco Sol, localizada en la Cordillera de Tilarán a una altitud de 720 m (Clark *et al.* 2000). Para el muestreo elegimos los senderos Zamia y Miradores donde buscamos tiendas de murciélagos construidas en *Pentagonia donnell-smithii*. Consideramos tiendas que se encontraban en buenas condiciones, sin daño físico severo, es decir, que no estuvieran cortadas, atacadas severamente por herbívoros o muy maltratadas.

En cada planta con tienda tomamos los siguientes datos: altura máxima de la planta, altura de la hoja más alta y más baja, diámetro a la altura del pecho a 1.3 m del suelo (DAP), altura, largo y ancho de la hoja con tienda. También medimos el largo de la hoja más pequeña y más grande de la planta como referencia para la proporción de tamaño de las hojas. Para evaluar los posibles obstáculos que pueden tener los murciélagos al entrar o salir de la tienda, establecimos 4 cuadrantes imaginarios a la altura de la hoja con tienda, estas eran identificadas siguiendo el sentido de las manecillas del reloj, y medimos la distancia al objeto más cercano, considerando que pudiera estar hacia arriba o abajo del plano de la hoja. Estos cuadrantes para el análisis de los datos son presentados como atras y frente.

Adicionalmente, elegimos la planta *P. donnell-smithii* más cercana a la planta con tienda y la empleamos como control. Tomamos en esta los siguientes datos: altura máxima, altura menor y DAP. Para el análisis de nuestros resultados usamos análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de *t* pareadas.

Resultados

Observamos un total de 28 tiendas de murciélagos, todas de tipo apical, en 25 plantas de *P. donnell-smithii* en toda el área de muestreo. Estas tiendas tienden a estar localizadas más hacia las partes medias-altas de la planta que a niveles inferiores, en alturas que oscilaron entre 3 y 5 m de altura ($F = 12,60$; $gl = 24$, $p < 0,001$) luego aplicamos la prueba a posteriori Tukey max tienda $p = 0,06$, Fig. 1).

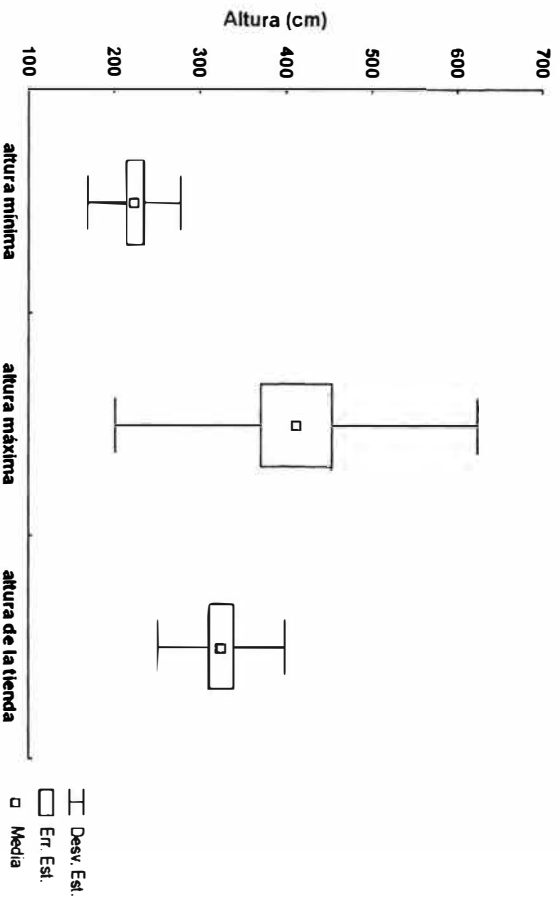


Fig. 1. Localización de las tiendas en función de la altura mínima y máxima de las hojas de plantas con tiendas.

De manera general, las tiendas se encuentran construidas en plantas que tienen una altura promedio, es decir, inferior a la máxima altura y superior a la mínima, comparando con la altura máxima y mínima de plantas (promedio $270 \pm 80,1$ cm) con tiendas y sin tiendas ($F = 16,22$, g.l. = 24; $p < 0,001$, Fig. 2). Por otro lado, los muclíagos prefieren hojas de mayor tamaño para la construcción de tiendas ($F = 113,5$, g.l. = 24; $p < 0,001$, Fig. 3).

No encontramos diferencias en las distancias de la vegetación arbórea circundante a las hojas de *P. donnell-smithii* con tiendas ($t = 1,01$, g.l. = 24, $p = 0.32$, Fig. 4).

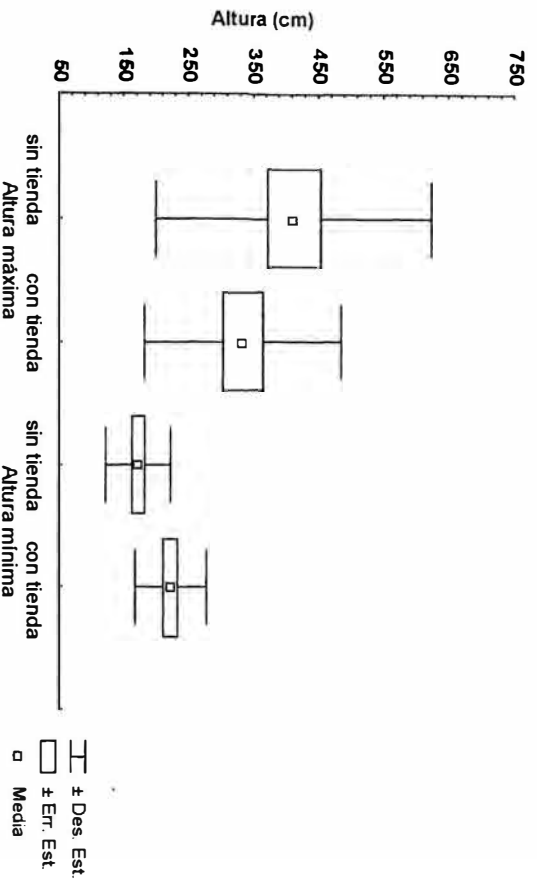


Fig. 2. Alturas máximas y mínimas de las plantas con y sin tiendas

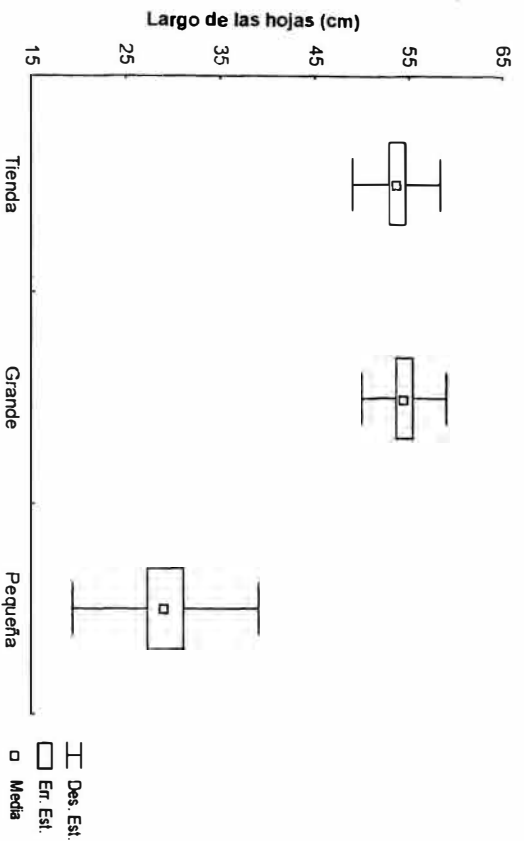


Fig. 3. Largo de las hojas con tienda con relación a las hojas de mayor y menor tamaño en *Pentagonia*.

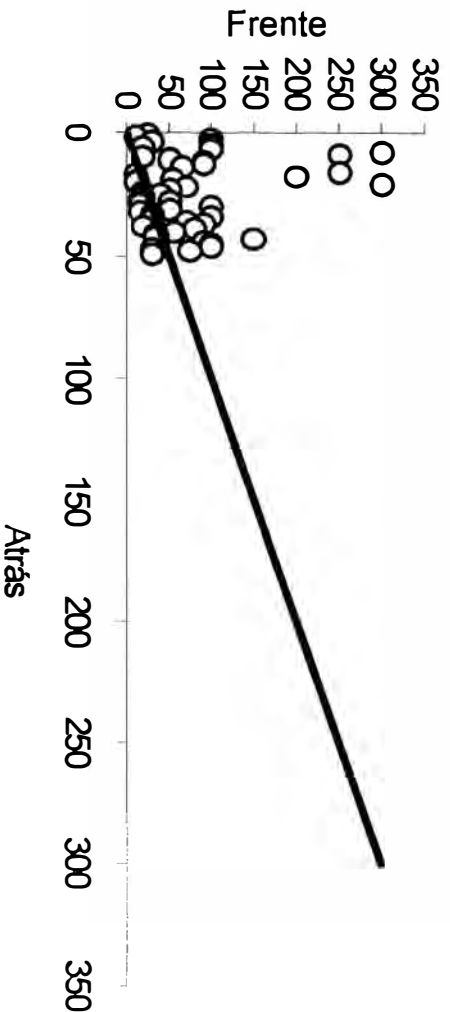


Fig. 4. Proximidad de la vegetación circundante a las tienda de *P. donnell-smithii*

Discusión

Encontramos que los murciélagos sí presentan un patrón de preferencia por plantas y hojas de *P. donnell-smithii* con características particulares para la construcción de sus tiendas. En este sentido, los murciélagos parecen estar seleccionando hojas que les permiten localizar las tiendas hacia la parte superior de la planta, lo cual probablemente esté relacionado con un mecanismo de defensa contra depredadores terrestres y arborícolas. El hecho de no ubicarlas en las alturas máximas podría estar

relacionado con evitar una mayor exposición a depredadores voladores, como rapaces y otros murciélagos.

Por otra parte, encontramos que las tiendas estaban ubicadas en general en zonas de la planta donde la cobertura era intermedia, caracterizándose por presentar un lado muy cubierto y otro semi-expuesto. Esto coincide con los resultados de otros investigadores, quienes trabajando con otras especies vegetales, encontraron que la mayoría de las tiendas estaban ubicadas en zonas que proveían áreas de acceso abiertas por debajo. Esto no sólo les permitiría a los murciélagos entrar y salir sin impedimento de la vegetación adyacente, sino que les ofrecería una visión no obstaculizada del ambiente inferior, lo que probablemente permitiría a los murciélagos perchados detectar el acercamiento de un depredador desde el suelo, y por lo tanto, escapar fácilmente antes de ser atacado. Estas tiendas solían estar protegidas por hojas colgantes del mismo árbol o de árboles adyacentes (Kunz *et al.* 1994, Kunz y McCracken 1996).

Adicionalmente, este tipo de refugio concede otro mecanismo de protección contra los depredadores terrestres. Y que en general debido a su elevada posición no sólo están fuera del alcance de los depredadores del suelo, sino que los pecíolos y venas probablemente no son lo suficientemente rígidas como para soportar el peso de la mayoría de los depredadores, o en caso de serlo, producen vibraciones que pueden ser fácilmente detectadas por los murciélagos, lo que les permite escapar ante alguna menor señal de peligro (Timm y Mortimer 1976).

Por último, observamos la tendencia a elegir tamaños de hojas grandes dentro de la misma planta, lo cual puede asegurarles a los murciélagos un mayor espacio para colgarse y una mayor cobertura para protegerse, lo cual coincide con el resto de las investigaciones (Timm 1987, Brooke 1990). Además, hay que destacar que este tipo de refugios sólo ha sido reportado para especies relativamente pequeñas (de 5 a 50 g), cuyo peso puede ser soportado por la hoja modificada (Kunz *et al.* 1994). La especie que se supone podría estar construyendo las tiendas en las plantas de *Pentagonia* de Poco Sol es *Artibeus watsoni* (B. Rodríguez com. pers.). Este es un pequeño stenodermatino cuyo peso oscila entre 9 y 15 g, y el cual parece ser especialista de tiendas como perchas (Timm 1987, LaVal y Rodríguez 2002).

Referencias

- Brooke A.P. 1990. Tent selection, roosting ecology and social organization of the tent-making bat *Ectophylla alba* in Costa Rica. *J. Zool. Lond.* 22: 11-19.
- Clark K.L.; R.O. Lawton & P.R. Butler. 2000. The physycal enviroment. En:nadkarni y N.T. Wheelwright. Monteverde. Ecology and conservation of a tropical cloud forest. Oxford university press. N.Y.
- Kunz T.H., M. S. Fujita, A. P. Brooke y G. F. McCracken. 1994. Convergence in tent architecture and tent-making behavior among neotropical and paleotropical bats. *J. Mamm. Evol.* 2, 57-78.
- La Val, R. K. & B. Rodriguez. 2002. Murciélagos de Costa Rica. Bats. INBIO. Pp.31. Santo domingo de Heredia.
- Medellín R.A., Equihua M. y M.A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests. *Conserv. Biol.* 14: 1666-1675.

- Timm R. M. 1987. Tent construction by bats of the genera *Artibeus* and *Uroderma*. *Fieldiana Zool. (New Ser)*. 9: 187-212.
- Timm R.M. & J. Mortimer. 1976. Selection of roosting sites by Honduran white bats, *Ectophylla alba* (Chiroptera-Phyllostomatidae) *Ecology* 57: 385-389.

¿HOJAS ROJAS MÁS SABROSAS?: EFECTO DE LAS ANTOCIANINAS EN LA HERBIVORÍA DE DOS ESPECIES DE *COSTUS*

Josué Ramírez Romero

Resumen. Para determinar si las antocianinas cumplen alguna función contra herbivoría, cuantifiqué la proporción de área foliar removida por herbivoría en dos especies de *Costus* (una con envés rojo y otra con envés verde) en bosque premontano lluvioso colindante con la Reserva Monteverde, Costa Rica. Encontré una proporción de herbivoría significativamente mayor en la especie de *Costus* con envés rojo que en la especie con envés verde. Los resultados no apoyan la hipótesis de la función de antocianinas contra la herbivoría, pero podrían apoyar aquella de acción antifúngica.

Palabras clave: Antocianinas, *Costus* spp.

Introducción

Las plantas han desarrollado defensas contra la herbivoría, pues esta afecta su capacidad fotosintética, su crecimiento y finalmente su éxito reproductivo. Las estrategias defensivas al respecto, incluyen defensas físicas o mecánicas (tricomas, dureza de la hoja, etc.), químicas, sincronía espacial o temporal diferente a los picos en la abundancia de herbívoros, entre otros (Coley y Barone, 1996).

En los bosques tropicales es frecuente observar coloración rojiza (incluso púrpura) en las hojas jóvenes de varias especies de plantas. La coloración rojiza en estas hojas se debe a una mayor concentración de antocianinas en estos tejidos vegetales (Coley y Aide 1989).

En el bosque premontano lluvioso en los límites de la Reserva Monteverde (Costa Rica) es posible encontrar dos especies de *Costus* en el mismo hábitat (sotobosque) pero con diferencias respecto a la presencia o concentración de antocianinas en sus hojas. Una de ellas presenta envés de la hoja con coloración roja; la otra presenta envés de coloración verde, igual que el resto de la planta.

En este estudio cuantifiqué la proporción de herbivoría presente en hojas de la misma edad en plantas de *Costus* de ambas especies presentes en el mismo sitio, bajo la hipótesis de que la coloración rojiza (por ende, las antocianinas) en el envés de las hojas sirve como una defensa contra la herbivoría. Esperaba encontrar una proporción mayor de herbivoría (en la hoja y en la planta) en *Costus* de hojas con envés verde, respecto a las de envés rojo.

Metodología

Colecté la cuarta y quinta hoja a partir del meristemo apical en *Costus* de ambas especies (envés rojo y verde) de plantas que encontré en el mismo hábitat (sotobosque). y sitio (distancia entre plantas < 5 m). Obtuve una muestra de 6 plantas de *Costus* con envés rojo y 8 plantas de *Costus* con envés verde. Cuantifiqué la proporción de área foliar (mediante cuadrícula de 25 mm²) ausente (presumiblemente por herbivoría), así como la proporción de hojas con algún grado de exposición a herbivoría respecto al total de hojas en la planta.

Resultados

La proporción de herbivoría en la planta fue mayor en *Costus* con envés rojo respecto a *Costus* con envés verde (Mann-Whitney, $U = 2$, $p = 0.0045$, $n = 14$) (Fig. 1).

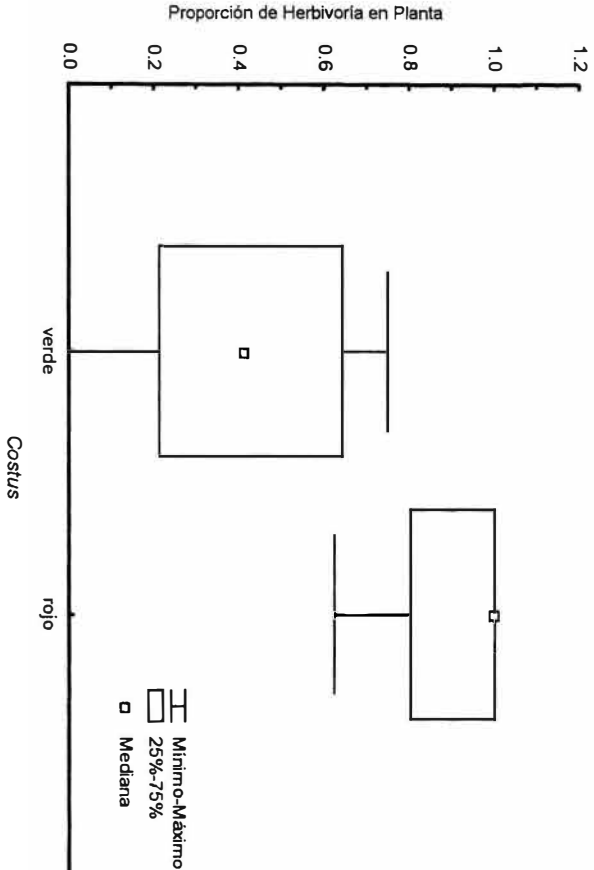


Fig. 1. Proporción de herbivoría en plantas de dos especies de *Costus* (con envés rojo y con envés verde).

La proporción de área foliar removida por herbivoría parece ser mayor en hojas de *Costus* con envés rojo que en hojas de *Costus* con envés verde ($U = 10$, $p = 0.0707$) (Fig. 2).

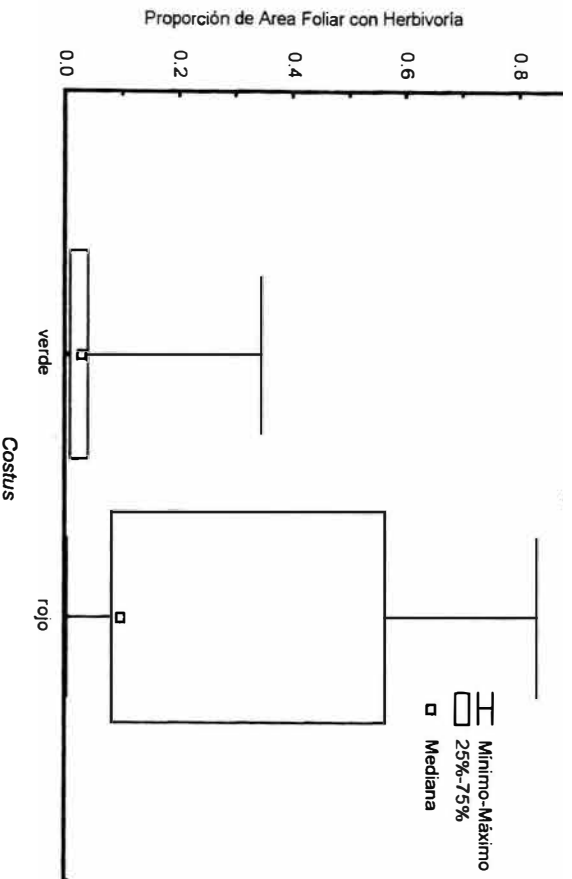


Fig. 2. Proporción de área foliar removida en hojas (cuarta y quinta) de dos especies de *Costus* (con envés rojo y con envés verde).

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que, la coloración rojiza debida a mayor contenido o concentración de antocianinas en el envés de las hojas jóvenes de dos especies de *Costus* (una con envés rojo y la otra verde) no desempeña ninguna función contra la herbivoría. Esto podría indicar que las antocianinas cumplen alguna otra función, como las que desempeñan en otros ambientes. Las antocianinas pueden constituir una defensa contra la radiación B-ultravioleta, al ser fuertemente absorbentes de longitudes UV de letéreas (Barbour *et al.* 1987).

Existe una fuerte evidencia de que las antocianinas pueden no constituir una defensa contra la herbivoría, o la radiación solar, sino en realidad, desempeñar una función antifúngica. Coley y Aide (1989) encontraron que en 20 especies con diferentes concentraciones de antocianinas en las hojas, las hojas con menor contenido de antocianinas eran preferidas por homíggas cortadoras *Atta columbica*, las cuales pueden discriminar entre diferentes compuestos antifúngicos para evitar llevarlos a sus colonias de crecimiento de hongos. Sin embargo, no observé ataque de hongos en las plantas de *Costus* verde.

Referencias

- Barbour, M.G., Burk, J.H. y Pitts, W.D. 1987. Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin Cummings Publishing Company Inc. California, EUA.
- Coley, P.D. y Aide, D.M. 1989. Red coloration of tropical young leaves: a possible antifungal defense. J. Trop. Ecol. 5: 293-300.
- Coley, P.D. y Barone, J.A. 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. Annu. Rev. Ecol. Syst. 27: 305-35.

INFLUENCIA DE AGALLAS DE CECIDOMYIIDAE EN EL EXITO REPRODUCTIVO DE *PIPER HISPIDUM*

Alain Carretero

Resumen. Estudié el efecto de las agallas de Cecidomyiidae en el desarrollo de las infrutescencias de *Piper hispidum*. Para esto evalué 29 pares de hojas y sus respectivas infrutescencias. Cada par consistía en una hoja con su agalla e infrutescencia y otra hoja con infrutescencia pero sin agalla, ambas dispuestas en la misma rama. Para cada par evaluado registré los siguientes datos: Presencia-ausencia de agallas en la hoja, número de agallas, longitud y ancho de la hoja, longitud y diámetro de infrutescencias. Encontré que las hojas que presentan agallas de Cecidomyiidae presentan una menor área foliar y las infrutescencias respectivas son de diámetro y longitud menor con relación a las hojas e infrutescencias que no presentan agallamiento. Por lo tanto, si bien no es el único factor, la presencia de agallas de Cecidomyiidae afectan negativamente al éxito reproductivo de *Piper hispidum*.

Palabras Clave: Bosque premontano, Cecidomyiidae-agallas, Exitó reproductivo de *Piper hispidum*.

Introducción

Los herbívoros tienen una larga asociación evolutiva con las plantas que consumen y aunque el número de órdenes de animales herbívoros es pequeño, la diversidad de herbívoros dentro de estos órdenes es enorme. Aproximadamente el 50% de todas las especies de insectos y el 65% de especies de mamíferos son parcial o completamente fitófagos (Hendrix 1998).

El valor adaptativo tanto para plantas como para animales, depende del número de descendientes que un individuo produce. Una importante presión selectiva soportada por todas o casi todas las plantas resulta de la remoción de estructuras vegetativas o reproductivas por herbívoros (Hendrix 1998).

Se ha demostrado ampliamente que la herbivoría, fundamentalmente la destrucción de flores, semillas y frutos pueden influir sustancialmente en la reproducción. Contradictoriamente poco se sabe sobre el efecto de los herbívoros en el crecimiento y reproducción de plantas en su hábitat natural y del agallamiento en las estructuras reproductivas, provocado por la infestación de parasitoides (P. Hanson com. pers.).

Este estudio buscó determinar el efecto del agallamiento en la calidad morfológica de las infrutescencias de *Piper hispidum*. Esperaba que si los nudos de inserción de la hoja y la infrutescencia presentaban agallas, entonces el área foliar, el diámetro y la longitud de las infrutescencias serían menores en relación a las que no presentaban agallas.

Método

El estudio lo desarrollé en Febrero de 2003 en la Estación de Campo Poco Sol, localizada en la Cordillera de Tiralán a una altitud de 720 m. Trabajé con *Piper hispidum*, arbusto distribuido abundantemente en áreas de claros y bordes de bosque alrededor de la estación. Este piper es infestado por un parasitoide del grupo Cecidomyiidae, siendo las agallas una respuesta de la planta ante el estímulo externo.

Estas agallas son claramente diferenciables por la forma esférica que presentan y por encontrarse generalmente en el peciolo o en el envés de la hoja.

El muestreo lo realicé a lo largo de las sendas, abarcando áreas con diferente grado de cobertura. Seleccioné arbustos en las que las hojas con su respectiva infrutescencia mostraban la presencia de agallas en su nudo correspondiente o en el peciolo adyacente. Estos nudos fueron comparados con otros nudos de hoja e infrutescencia libre de agallas, localizadas generalmente más arriba y en la misma rama. En total muestree 29 pares de hojas. En el caso de encontrar, en la misma rama, varias hojas-infrutescencias libres de agallas prioricé la comparación con la más joven para reducir la posible fuente de variabilidad provocado por la edad de las hojas.

En cada hoja tomé los siguientes datos: Presencia-ausencia de agallas en la hoja, número de agallas, longitud y ancho de la hoja, longitud y diámetro de infrutescencias. Los datos fueron analizados utilizando pruebas de t pareada.

Resultados

Encontré que las hojas de *Piper hispidum* infestadas por el parasitoide *Cecidomyiidae* presentan un área foliar menor en relación a las hojas libres de agallas ($t = 3,596$; $gl = 28$; $p = 0,001$) (Fig. 1), además las infrutescencias desarrolladas en los nudos con hojas infestadas por *Cecidomyiidae* presentan un menor diámetro ($t = 14,98$; $gl = 28$; $p = 0,032$) (Fig. 2) y una menor longitud ($t = 7,87$; $gl = 28$; $p = < 0,001$) (Fig. 3), en relación a infrutescencias insertadas en nudos libres de agallas.

Finalmente determiné que existe una relación directa entre el número de agallas presentes en una rama y la longitud de las infrutescencias ($F = 16,10$; $gl = 56$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,22$) (Fig. 4).

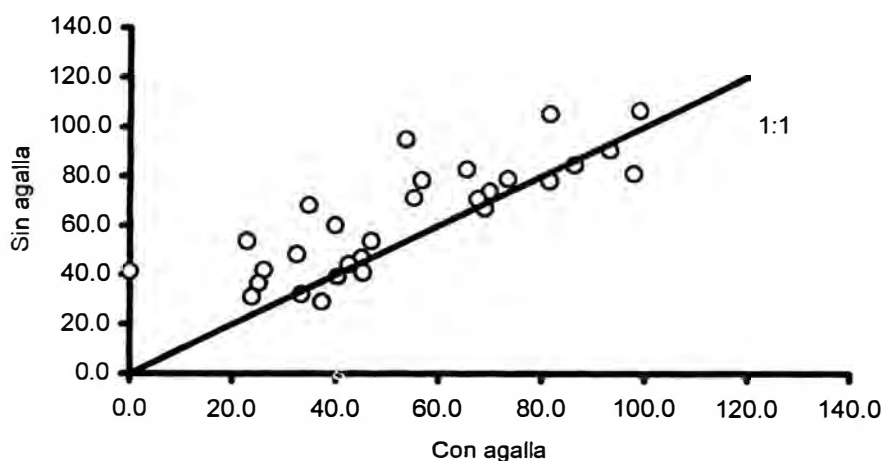


Fig. 1. Variación del área foliar (cm^2) en función a la presencia de agallas de *Cecidomyiidae*.

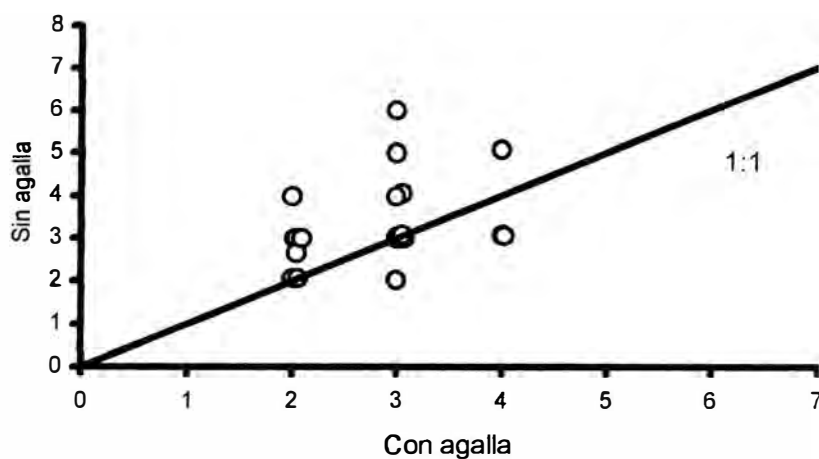


Fig. 2. Variación del diámetro (mm) de la infrutescencia en función a la presencia-ausencia de agallas de *Cecidomyiidae*.

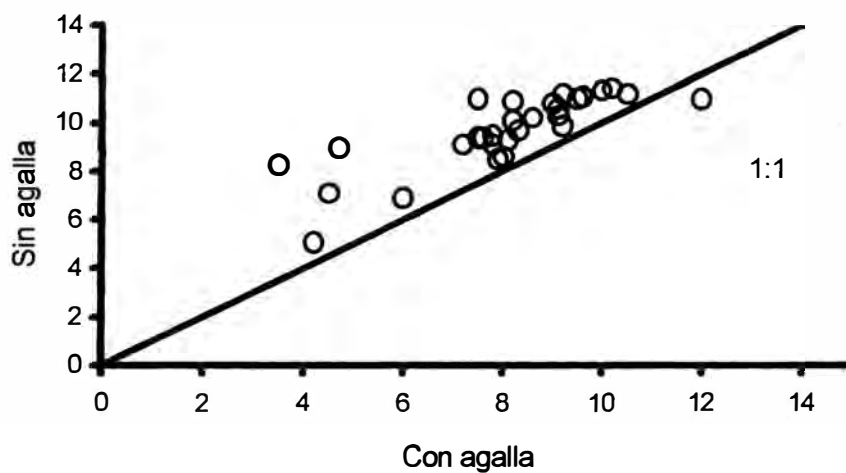


Fig. 3. Variación de la longitud de la infrutescencia (cm) en función a la presencia-ausencia de agallas de *Cecidomyiidae*.

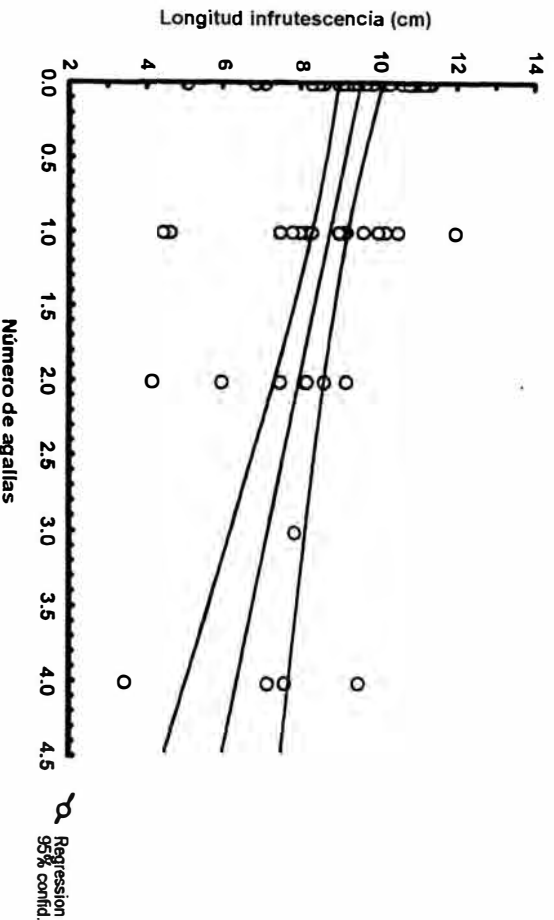


Fig. 4. Relación entre número de agallas y longitud de infrutescencia (cm).

Discusión

Las hojas que presentan agallamientos muestran una disminución del área foliar, lo que estaría incidiendo en una disminución en la actividad fotosintética, existiendo entonces al menos parcialmente una reducción en la respiración, absorción y elaboración de nutrientes y menor energía disponible para el desarrollo de nuevas estructuras reproductivas. Similar efecto se reportó para *Piper aracianum* provocado en este caso por la herbivoría (Marquis 1987), mientras que Fritz et. al. (1986) reportan una reducción en la producción de nuevas hojas en las plantas con agallas en el tallo.

Coincidiendo con el reporte de efectos negativos sobre las estructuras reproductivas de las plantas que sufren herbivoría (Marquis 1987; Hendrix 1998), la presencia de agallas del grupo Cecidomyiidae provoca una notoria disminución en el tamaño y volumen de la infrutescencia. La disminución del área foliar provocaría que las infrutescencias insertadas en el mismo nudo reciban menos nutrientes de las hojas, llegando a responder ante esta escasez con la reducción de diámetro y longitud, lo que incidiría en la cantidad y calidad de semillas producidas.

La relación inversa existente entre el número de agallas y la longitud de las infrutescencias muestra que una mayor densidad de agallas estaría afectando el desarrollo foliar, lo cual a su vez estaría provocando que las infrutescencias tengan diámetro y longitud inferior por la escasez de nutrientes, además por el encorvamiento que se sucede en muchas de las infrutescencias como respuesta fisiológica al parasitismo.

En conclusión las plantas más dañadas de *Piper hispidum* están siendo afectados en la producción de estructuras reproductivas y por ende en la reproducción, lo que indica que esta especie está siendo afectada en su éxito reproductivo.

Referencias

- Fritz, R. S., C.F. Sacchi & P.W. Price. 1986. Competition versus host plant phenotype in species composition, Willow sawflies. Ecology 67:1608-1618.
- Marquis, R. 1987. Variación en la herbivoría foliar y su importancia selectiva en *Piper aracianum* (Piperaceae). Revista Biología Tropical 73 (suplemento 1): 143-152.

Hendrix, S. D. 1998. Herbivory and its impact on plant reproduction. Pp 246-247. En: Doust, J. L. & L.L. Doust (eds). Plant reproductive ecology. Patterns and strategies. Oxford university press. New York.

¿ME COMEN MAS QUE A MIS VECINAS?: HERBIVORIA EN *PSYCHOTRIA SP.*

Delicia Pino Garay

Resumen. Las especies del género *Psychotria* como la mayoría de Rubiáceas presentan compuestos secundarios como defensa contra herbívoros. En este estudio evalué el grado de herbivoría de una especie de *Psychotria* y lo comparé con dos especies que crecen a su alrededor: *Miconia sp.* y *Piper hispidum*. Estas últimas también presentan compuestos secundarios como un mecanismo de defensa contra herbívoros. Esto permitió medir el grado de preferencia por parte de los herbívoros hacia plantas con diferentes compuestos secundarios. Medí el grado de herbivoría en el campo y además evalué el consumo realizado por insectos de la familia Tettigoniidae "Esperanzas". Los insectos herbívoros mostraron una mayor preferencia hacia *Miconia sp.* y en menor grado hacia *Psychotria sp.* y *Piper hispidum*.

Palabras Clave: Herbivoría, *Psychotria*, compuestos secundarios.

Introducción

Existe muchas características en las plantas que confieren resistencia contra los herbívoros. En general las defensas pueden ser mecánicas como el látex que engoma las mandíbulas de los insectos, espinas que evitan que los herbívoros alcancen el tejido de hojas y tallos, pelos que reduce la movilidad de los herbívoros y otros. Aunque estas características mecánicas no necesariamente cumplen funciones de defensa, se ha hipotetizado que han evolucionado como protección contra los herbívoros (Marquis 1987).

Por otro lado se ha propuesto que los compuestos que no juegan un papel importante en las funciones primarias de las plantas cumplen un importante papel de defensa contra herbívoros. Estos compuestos secundarios son diversos en las plantas tropicales, como los alcaloides que son constituyentes comunes del follaje y alcanzan su mas alta concentración en las hojas jóvenes, saponinas presentes en hojas y raíces, compuestos fenólicos (taninos y ácidos orgánicos) presentes en las vacuolas de las hojas adultas y corteza (Janzen 1975).

Se ha demostrado que estas características defensivas reducen la alimentación, el crecimiento y la supervivencia de algunos insectos (Marquis 1987). Sin embargo estas sustancias defensivas no afectan de igual manera a todos los potenciales enemigos. Los herbívoros especializados con un rango estrecho de consumo son frecuentemente mucho mas resistentes a los efectos de las sustancias defensivas de algunas plantas, que los herbívoros generalistas. Estos especialistas han desarrollado un mecanismo de tolerancia a estas sustancias e incluso las asimilan para su propia defensa (Rosenthal & Bell 1979).

Las especies del género *Psychotria*, como muchas especies de la familia Rubiaceae se caracteriza por presentar compuestos secundarios como alcaloides, compuestos fenólicos, triterpenos y otros. Este estudio tiene como objetivo determinar si el grado de herbivoría que sufre una especie de este género que crece en áreas muy expuestas, es menor con relación a las especies que crecen a su alrededor.

Métodos

Realicé este estudio en la estación Pocosol, ubicada en la cordillera de Tilarán en la vertiente atlántica a 720 msnm y que corresponde a un bosque pluvial premontano. El trabajo de investigación presentó dos fases una de campo y otra experimental. En la fase de campo elegí una zona abierta en la que seleccioné 13 individuos de *Psychotria* sp. y 13 individuos de dos especies con las que se podía establecer una comparación del grado de herbivoría: *Miconia* sp. y *Piper hispidum* ya que también son especies de zonas abiertas y presentan compuestos secundarios. Consideré que las tres especies se encontraran cercanas, a una distancia máxima de 1m. Colecté un par de hojas Jóvenes de cada individuo de las tres especies, tomando las que se encontraban en el tercer verticilo desde el ápice. Posteriormente cuantifiqué el área foliar total de cada hoja, así como el área foliar herbivorizada y con estos datos determiné el porcentaje de herbivoría de cada hoja. Calculé un promedio de los porcentajes de herbivoría de cada par de hojas de un individuo para el análisis de los datos.

Para la fase de laboratorio colecté 12 insectos de la familia Tettigoniidae "esperanzas", las mismas que fueron distribuidas en recipientes individuales y sometidas a un periodo de hambre por 1 día y medio. Posteriormente les ofrecí, tres porciones de hojas de un área conocida (3 * 3 cm) de las tres especies de plantas y realicé observaciones de consumo por un tiempo total de 14 horas (durante el día y la tarde). Después de realizada esta fase experimental determiné preferencia de consumo mediante el área foliar consumida por los insectos.

Para efectos de análisis los porcentajes de herbivoría fueron normalizados utilizando una transformación de arcoseno de la raíz cuadrada del % de herbivoría, posteriormente la variable transformada fue comparada entre las 3 especies utilizando un ANOVA de bloques aleatorizados.

Resultados

Las especies no mostraron diferencias en el grado de herbivoría ($n = 13$, $F_{2,24} = 2.06$; $p < .1497$). Sin embargo, al comparar *Psychotria* sp con cada una de las especies se observa que ésta tiene una tendencia a presentar menor herbivoría respecto a *Miconia* sp. (Fig 1). y el grado de herbivoría respecto a *Piper hispidum* tiende a ser igual a menor (Fig. 2).

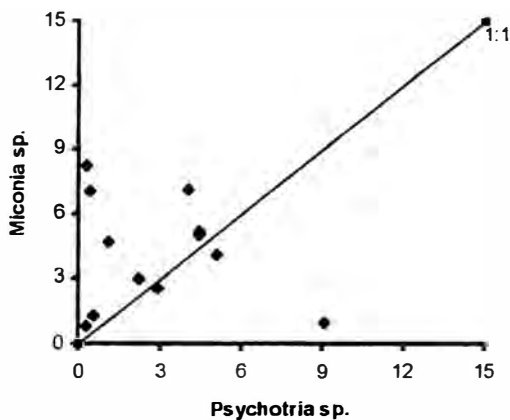


Fig.1 Porcentaje de herbivoría de *Psychotria* sp. en relación a *Miconia* sp

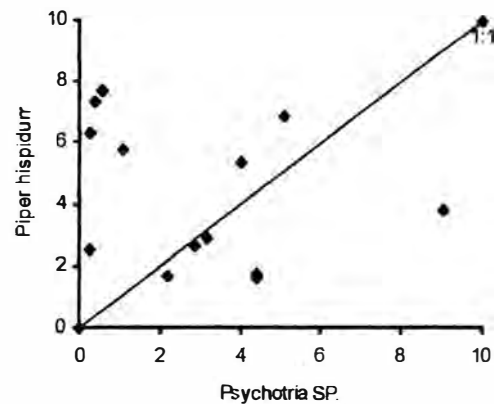


Fig.2 Porcentaje de herbivoría de *Psychotria* sp. en relación a *Piper hispidum*.

De acuerdo a la fase experimental existe una mayor preferencia por parte de los insectos de la familia Tettigoniidae por el consumo de *Miconia* sp y un menor preferencia por *Psychotria* sp. y *Piper hispidum* (Fig. 3).

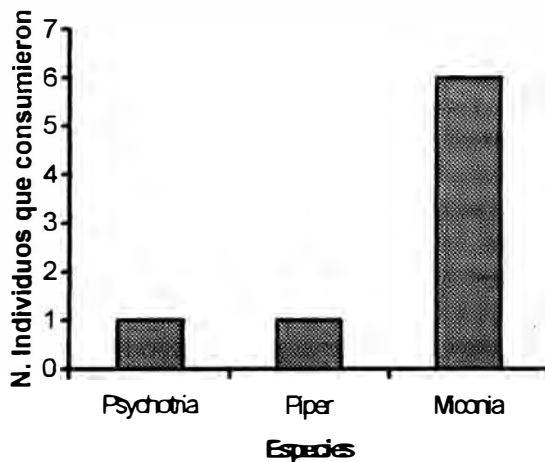


Fig. 3 Preferencia en consumo de las esperanzas (familia Tettigoniidae) (n= 12)

Discusión

Pese a que los porcentajes de herbivoría fueron bajos en las tres especies, *Psychotria* sp. muestra un grado de herbivoría igual o menor respecto a *Piper hispidum*, esto indica que la efectividad de los compuestos secundarios en ambas especies podrían estar actuando de forma similar. También se observa una menor herbivoría en *Psychotria* sp. respecto a *Miconia* sp. la cual también parecería indicar que las defensas

de *Psychotria* sp. muestra una mayor efectividad. Aunque estas observaciones sugieren que existe un menor grado de herbivoría en *Psychotria* sp., no se sabe a ciencia cierta si las otras dos especies están empleando los mismos mecanismos de defensa. De acuerdo a los resultados obtenidos es posible que *Miconia* sp. solo este contando con sus defensas mecánicas como protección contra herbívoros. Las observaciones experimentales también sugieren que existe una menor preferencia por parte de herbívoros generalistas hacia *Psychotria* sp. sin embargo no se descarta la posibilidad de que esta especie pueda presentar algún herbívoro especialista que este ocasionándole daño en las hojas.

Referencias

- Janzen D. H. 1975. Ecology of Plants in the tropics. Edward Arnold Publishers. Londres.
- Marquis R. J. 1987. Variación en la herbivoría foliar y su importancia en *Piper arieianum* (Piperaceae) p. 133 _ 149. En: Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos. Universidad de Costa Rica. San José.
- Rosenthal G. A. & Bell E. A. 1979. Herbivores their interaction with secondary Plant metabolites. Academic press Londres.

VARIABLES RELACIONADAS CON EL NÚMERO DE AGALLAS DE UN CECIDOMYIIDAE (DIPTERA) SOBRE *PIPER HISPIDUM* (PIPERACEAE)

Rodrigo Martín Becerra

Resumen: En 22 plantas de *Piper hispidum* medí 8 variables tanto ambientales como bióticas que presuntamente pueden influir sobre el vigor de la planta y las relacioné con el número de agallas presentes en cada una. Mediante una regresión lineal múltiple, encontré relación positiva con la pendiente en la base de la planta, aspecto que determinaría menor saturación de agua y probablemente menor tasa de infección por hongos, permitiendo una mayor supervivencia de huevos o causando una elección diferencial de plantas por parte de las hembras de mosquitos. Otras variables relacionadas con la frecuencia de agallas fueron el grado de herbivoría, que a mayor porcentaje correspondió con menor frecuencia de agallas y el ancho de la planta, que parece favorecer la oviposición, al presentar mayor superficie óptima.

Palabras Clave: *Piper hispidum*, Cecidiomyiidae, agallas, efecto de variables.

Introducción

Las agallas constituyen abultamientos anormales que surgen como respuesta de los tejidos de una planta ante la presencia de huevos de insectos sobre algún punto de su superficie (Strauss y Zangerl 2002). Las hembras de insectos inductores de agallas depositan sus huevos en tallos, hojas o brotes y rápidamente los tejidos circundantes comienzan a crecer formando una cavidad que funciona como refugio. La larva que crece dentro de la agalla se alimenta de tejidos altamente nutritivos y eventualmente emerge como un adulto completamente formado. Los inductores de agallas, que atacan principalmente dicotiledóneas y coníferas, han evolucionado varias veces entre los insectos y son comunes entre avispa, moscas, mosquitos (entre ellos Cecidómidos), trips y áfidos (Strauss y Zangerl, 2002).

Existe una gran especificidad en la relación planta-parásito, siendo muchas veces posible identificar especies de plantas por el tipo de agallas que presentan (P. Hanson, *com. pers.*). Además de esta selectividad por ciertas plantas, se ha demostrado que las hembras de algunos insectos (áfidos, Hemiptera) tienen la capacidad de elegir la planta más vigorosa para asegurar un óptimo desarrollo de su progenie. Por ejemplo, se ha reportado que las plantas jóvenes, que poseen un crecimiento rápido, son más atacadas que las viejas y que los insectos inductores de agallas atacan con más frecuencia a brotes de mayor tamaño (Price 1997). También se ha demostrado que las larvas sobreviven más sobre esos brotes y que en plantas con algún tipo de estrés las larvas muestran menor supervivencia. Esto conduce a la "hipótesis del vigor de la planta" para explicar la presencia de diferente número de agallas en distintos individuos o partes de individuos. Así, se deduce que la cantidad de ataques decrece con la edad de la planta debido al menor tamaño promedio de los brotes, hecho demostrado para áfidos (Price 1997).

Los inductores de agallas producen alta concentración de nutrientes y de fenoles fuera de las agallas, lo que actúa como defensa efectiva al ataque de parasitoides y hongos (Price 1997). Sin embargo, se cree que las plantas que crecen sobre suelos muy húmedos tienden a soportar menos cantidad de agallas por encontrarse más propensas a infecciones de hongos y que por lo tanto tendrían un vigor reducido (P. Hanson, *com. pers.*).

En el presente estudio puse a prueba el efecto de ciertas variables (que afectarían el vigor de la planta) sobre el número de agallas presentes en ellas. La importancia de cada variable podría determinar la elección diferencial de plantas o reclutas vegetativos por parte de las hembras del mosquito o bien como una mortalidad elevada en estadios tempranos por el ataque de patógenos (probablemente hongos), incluso antes de la formación de la agalla.

Métodos

En senderos aledaños a la estación biológica de Pocosol, en el “Bosque eterno de los niños”, elegí 22 plantas de *Piper hispidum* que se encontraran en situaciones microambientales variadas y registré para cada una de ellas el número de agallas que presentaba y además las siguientes variables para determinar su efecto sobre esta: la altura (desde el suelo hasta la hoja más alta), el ancho máximo (medido entre las dos hojas más lejanas en sentido horizontal, correspondientes a ramas opuestas), el porcentaje de cobertura del dosel utilizando un densiómetro, la pendiente máxima en la base de la planta con un clinómetro, la densidad de plantas de la misma especie ubicadas en una superficie de 1 m² alrededor del tallo principal. Las plantas dentro del cuadrante fueron clasificadas en cuatro categorías de alturas: 1= menores de 50 cm, 2= las de entre 50 y 100 cm de altura, 3 las que se encontraban entre 100 y 200 cm y 4= las mayores de 200 cm. Estos datos se utilizaron para pesar la densidad con la talla de las plantas multiplicando la cantidad de plantas encontradas por 0,5 para las 1, por 1 para las 2, por 2 para las 3 y por 3 para las 4., pH del suelo en la base del tallo

Porcentaje de humedad del suelo en la base del tallo, Grado de herbivoría, cuantificado como el número de hojas que presentaban alguna señal de herbivoría sobre el total de hojas presentes en la rama que estuviera más cerca a la dirección sur. Cuantifiqué la relación entre las variables recién mencionadas (independientes) y el número de agallas por planta (variable dependiente) mediante un modelo de regresión lineal múltiple.

Piper hispidum es un arbusto de hasta 6 m de alto muy común en el área de estudio, sobre todo en sitios de luminosidad intermedia (obs. pers.) que también se encuentra bien distribuida en el neotrópico (Croat 1978). Al igual que muchas plantas produce extensiones laterales de los tallos por sobre o dentro del sustrato mediante rizomas y estolones, considerándose a los nuevos tallos como reclutas vegetativos (Barbour *et al.*, 1987) por lo que la identificación de individuos en el campo suele dificultarse. Para este estudio consideré indistintamente como unidades muestrales a tallos que podrían haber sido reclutas vegetativos o individuos.

Resultados

Cuando se incluyeron en el modelo de regresión todas las variables independientes medidas el mismo no se ajusta a la variación de los datos ($F = 1,30$; R^2 ajustado = 0,1028; $p < 0,323$; g.l.= 8,13). Sin embargo, mediante el método de regresión paso a paso (Forward Stepwise) se encontró una relación significativa de tres de las variables con el número de agallas por tallo, con un valor explicativo de más del 30 % ($F = 4,16$; R^2 ajustado = 0,31; $p < 0,021$; g.l.= 3,18) (Fig. 1). Estas fueron la pendiente máxima ($\beta_1 = 0,52$), el porcentaje de herbivoría ($\beta_2 = -0,47$) y el ancho máximo ($\beta_3 = 0,29$).

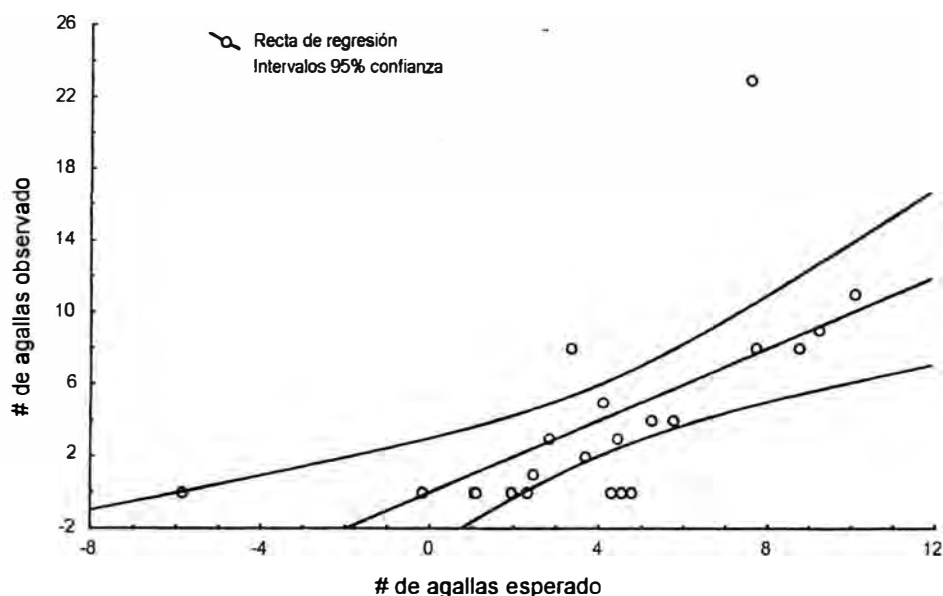


Fig. 1. Recta de regresión e intervalos de confianza para el modelo con tres variables: pendiente máxima, porcentaje de herbivoría y el ancho máximo.

Discusión

Los resultados de este estudio indican que la cantidad de agallas que puede presentar una planta de *Piper histidum* está relacionada con algunas variables bióticas y abióticas. Entre ellas la pendiente máxima fue la variable más relacionada: en general a mayor pendiente mayor número de agallas. Esto estaría indicando un menor vigor de las plantas que crecen sobre terrenos llanos, que por encontrarse más tiempo con sus raíces saturadas de agua o en ambientes relativamente más húmedos podrían estar sufriendo una mayor tasa de ataque de hongos que las que crecen sobre superficies con cierta pendiente (P. Hanson, *com.pers.*), hecho que sirve para apoyar la hipótesis de menor vigor de la planta a elevadas cantidades de agua en el suelo, que causaría que las hembras del cecidomido desechen esas plantas enfermas que serían menos apropiadas para el desarrollo de sus larvas. En segundo término el grado de herbivoría también está relacionado, pero negativamente, con el número de agallas por tallo, aunque no puede hablarse de causa-efecto por no contar con datos temporales sobre el evento que ocurre en primera instancia (el ataque de herbívoros o el de inductores de agallas); sin embargo, si la herbivoría hubiese ocurrido primero el resultado obtenido también apoyaría la hipótesis del vigor de la planta. Por último la relación positiva entre el ancho máximo y el número de agallas podría deberse a que esas plantas ofrecen una mayor superficie horizontal disponible para depositar huevos.

El resto de las variables inicialmente consideradas no mostraron relación con la cantidad de agallas. Se esperaba que si la hipótesis de mayor susceptibilidad a infección por hongos en sitios de más humedad fuera cierta, el porcentaje de humedad en el suelo estaría negativamente correlacionado con la frecuencia de agallas por planta. Esto no ocurrió probablemente debido a que el muestreo se realizó posteriormente a una lluvia de cuatro días, con lo que todos los sitios mostraban una alta saturación de agua, aun los de pendiente algo más pronunciada. Es probable que la pendiente sea un mejor estimador de la disponibilidad de agua en periodos de tiempo más largos. En cuanto a las variables relacionadas con el tamaño de las plantas la

altura afecta menos a la cantidad de agallas que el ancho máximo: probablemente las hembras tengan alguna preferencia para oviponer en tallos horizontales y así las plantas altas, al exponer una mayor cantidad de tallos verticales, serían menos elegidas. La densidad de individuos cerca de la planta (1 m²) no tuvo influencia, pero para concluir algo respecto de la densidad de individuos deberían considerarse áreas mayores, o bien incluir el tamaño del parche como una variable a medir. La cobertura del dosel no fue importante, pero hay que mencionar que no se encontró demasiada diversidad para esta variable en los sitios con *Piper histidum*. Por último, la variación del pH (entre 5,6 y 6,8) no parece influir en el vigor de esta planta, dada su aparente adaptación a un amplio rango de condiciones de suelo, aspecto que se apoya en su amplia distribución continental.

La relación encontrada entre pendiente y frecuencia de agallas por planta que indicaría un menor vigor en plantas de suelos llanos, debe ponerse a prueba con estudios experimentales sobre la relación real entre humedad e infección por hongos, y además de la relación de esto último con el ataque de inductores de agallas. Por último, el efecto del ataque de herbívoros debe probarse bajo condiciones controladas eliminando uno de los agentes (herbívoros o inductores de agallas).

Referencias

- Barbour, M. G., J. H. Burk y W. D. Pitts. 1989. Terrestrial plant ecology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., California.
- Price, P. W. 1997. Insect Ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Strauss, S. Y. y A. R. Zangerl. 2002. Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems. Pp 77-106. En C. M. Herrera y O. Pellmayr (Eds.). Plant-animal interactions, an evolutionary approach. Blackwell Science Ltd., Oxford.

PARASITOIDES EN AGALLAS DE *PIPER HISPIDUM*. JUNTITOS O SEPARADOS

Ruth Percino-Daniel

Resumen. Los objetivos del presente trabajo fueron determinar si parasitoides de agallas inducidas por moscas de la familia Cecidomyiidae (Diptera), tienen preferencia por algún tipo de agalla: agregadas o solitarias en plantas de *Piper hispidum*. Predecía mayor mortalidad del inductor en agallas solitarias. En las agallas agregadas se forman paredes mucho más gruesas, siendo más difícil ser ovipositados por parasitoides. Los resultados obtenidos indican una mayor mortalidad del inductor Cecidomyiidae en agallas solitarias. El parasitoide dominante fue de la Familia Platygastriidae, además se registró la presencia de otros tres tipos de ectoparasitoides koinobiontes de las familias Entedoninae, Eulophidae y Eurytomydae.

Palabras Clave: agallas, Braconidae, Cecidomyiidae, Entedoninae, Eulophidae, Eurytomydae, *Piper hispidum*, Platygastriidae.

Introducción

El parasitismo, es un tipo de simbiosis que describe interacciones en las cuales los simbiosntes derivan un beneficio a expensas del hospedero, como la depredación (Hanson y Gauld 1995). Los parasitoides sólo se presentan en insectos, especialmente moscas y avispas (Borror y White 1977), los cuales combinan atributos de depredación y parasitismo. Las interacciones parasíticas tienden a ser asociaciones entre parásitos que han coevolucionado con un hospedero particular, y esto puede implicar modificaciones de la morfología del hospedero, fisiología o comportamiento en beneficio del desarrollo del parásito (Schowalter 2000). Estas interacciones son complejas, pueden encontrarse diferentes tipos como ectoparásitos que se alimentan externamente y endoparásitos que se alimentan internamente, dentro del cuerpo de su hospedero. Existen dos tipos de parasitoides dependiendo de si paralizan o a su hospedero: idiobionte si paraliza completamente a su hospedero y koinobionte que no paraliza el desarrollo de hospedero (Hanson y Gauld 1995). Los inductores de agallas en plantas, son considerados algunas veces como parásitos los cuales modifican la morfología y fisiología de la planta (Schowalter 2000).

En la especie *Piper hispidum* se puede observar dos diferentes tipos de agallas que se encuentran agregadas y solitarias, siendo el inductor una mosca de la familia Cecidomyiidae (Zumbado 1999). Así mismo, en algunos casos, éstos agalladores son parasitados por otros insectos, para aprovechar la fuente de alimento y protección que obtienen de ésta estructura. El presente trabajo, describe que parasitoides están presentes en la agallas de Cecidomyiidae y si existe una preferencia de éstos por ovipositar en agallas agregadas o solitarias. Predecía que la mortalidad del inductor Cecidomyiidae sería mayor en agallas solitarias. Las agallas agregadas, ofrecen mayor número de larvas potenciales de ovipositar, sin embargo, se encuentran mejor protegidas, la pared de las agallas es más gruesa (mayor lignina), haciendo más difícil la oviposición del parasitoide.

Materiales y método

El presente trabajo lo realicé en enero, en la Estación Biológica de Pocosol, Cordillera de Tilarán, Costa Rica. Colecte 162 agallas de *Piper hispidum* de 17 plantas diferentes, en la camino cercano a la Estación. Realicé disecciones en el laboratorio

para determinar la presencia del inductor Cecidomyiidae en agallas solitarias y agregadas. Los casos en los que encontraba larvas o agallas vacías fueron descartados. Esto porque no fue posible determinar si las larvas contaban ya con la presencia del endoparásitoide, y no pude interpretar los vacíos como salida exitosa por parte del inductor o del parásitoide.

Registré cuatro características de las agallas solas y agregadas: 1) si hubo una salida exitosa del inductor, 2) si había o hubo presencia del parásitoide en la pupa, 3) la presencia de larvas y 4) si estaba vacía la agalla. Las dos primeras las considere como mortalidad para el inductor. Para el análisis de los datos, incluí datos de Carretero (2003) en donde se disectaron 121 agallas.

Resultados

Del total de las agallas revisadas, encontré 90 con larvas, las cuales tuve que descartar y sólo considere 68 agallas para el presente estudio. Encontré cinco diferentes parasitoides de las siguientes familias: Platygasteridae, dos diferentes de la familia Eulophidae (Entedoninae), Braconidae y Eurytomidae. El primero es un endoparásitoide koinobionte, el resto son ectoparasitoides idiobionte. *Platygaster* fue el parásitoide que registre con mayor frecuencia tanto en agallas solitarias como agregadas (Cuadro 1). De las 68 agallas consideradas, en más de la mitad encontré la presencia de parasitoides tanto en agallas solitarias y agregadas, siendo la mayor mortalidad en las agallas solitarias (Prueba de Fischer $P=0.05$) (Cuadro 2).

Cuadro 1. Número de agallas con presencia de parasitoides para agallas agregadas y solitarias.

Parásitoide	Agregadas	Solitarios	Total
Platygasteridae	14	14	28
Entedoninae	1	4	5
Braconidae	2	4	6
Eurytomidae	1	4	5
Total	18	26	44

Cuadro 2. Número de agallas con y sin presencia de parasitoides.

	Agregadas	Solitarias	Total
Mortalidad	18	26	44
Vivos	15	9	24

Discusión

Los resultados obtenidos muestran una tendencia de los parasitoides de preferir ovipositar en agallas solitarias. El endoparásitoide de la familia Platygasteridae es el más dominante en las agallas de Cecidomyiidos, encontrado en el mismo número de agallas tanto agregadas como solitarias. En términos de la mortalidad del inductor en esta planta, parece una desventaja hacer agallas de forma solitaria, porque están más expuestos a ser parasitados.

Los parasitoides de la familia Entedoninae son en su mayoría endoparasitoides y presumiblemente idiobiontes (Hanson y Gauld 1995), no obstante los que encontré son ectoparasitoides, con tres a cuatro individuos dentro de una misma agalla. De igual forma a los Platygasteridos, fue más frecuente encontrarlos en agallas solitarias. La

presencia de parasitoides de la familia Braconidae es interesante, porque estos parasitoides generalmente utilizan un solo orden de hospedero y es raro encontrarlos en inductores de agallas, en especial de Cecidomyiidae. Los parasitoides que registré de la familia Eurytomidae, son en mayoría ectoparasitos idiobiontes (Hanson y Gauld 1995), que se alimentan del tejido de la planta hospedera, ovipositando en el estadio de larva o en pupa del inductor, y sólo un genero ha sido observado ovipositar en agallas de Cecidomyiidos de plantas Piperaceas.

En conclusión, no sólo Platygastros son parasitoides de agallas inducidas por Cecidomyiidos, sino que se presentan otros tres diferentes parasitoides que no fueron registrados en el estudio previo de Carretero et al. (2003). Es recomendable evaluar en términos de adecuación la preferencia del inductor para ovipositar de manera agregada o solitaria. Se esperaría entonces, una mayor cantidad de agallas agregadas, porque se encuentran más protegidas y menos atacadas por parasitoides.

Bibliografía.

- Borror, D. J. y R. E. White. 1977. A field guild to Insects. America north of Mexico. Peterson field guides series. Nueva York, Estados unidos de America.
- Carretero, X. P., R. Becerra, C. Martínez, R. Percino-Daniel, D. Pino, D. Suárez y P. Hanson. 2003. Depredación de agallas de Cecidomyiidae por el parasitoide *Platygaster* sp. (Platigastridae).
- Hanson, P. E. y L. D. Gauld. 1995. The hymenoptera of Costa Rica. Oxford Science Publications. The Natural History Museum. Londres, Reino Unido.
- Schowalter, T. D. 2000. *Insect ecology. An ecosystem approach*. Academic Press. Estados unidos de America.
- Zumbado, M. 1999. Dípteros de Costa Rica Díptera. Instituto Nacional de Biodiversidad. Heredia, Costa Rica.

HÚMEDO O NO??? CONDICIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE *CEPHALOLEIA* EN HOJAS ENROLLADAS DE *HELICONIA*

Rosalía Fariña

Resumen. El género *Cephaloleia*, coleóptero herbívoro, presenta la característica de habitar las hojas enrolladas de *Heliconia*, cuando éstas aun son tiernas. Así, las hojas brindan casa y comida a los insectos pero solo bajo ciertas condiciones de las hojas. En el presente trabajo he pretendido determinar si la dureza de la hoja se constituía en el factor determinante para la instalación de los insectos en las hojas. Encontré que una asociación de variables, (largo de la hoja que sobresale de la axila, diámetro de la apertura, y nivel de agua), explican en un 58% la presencia de *Cephaloleia* en las hojas de heliconia.

Palabras Clave: *Cephaloleia*, *Heliconia*, hoja enrollada

Introducción

Los coleópteros del género *Cephaloleia*, (*Crysomelidae*, *Hispinae*), se caracterizan por ser herbívoros (Borror y White 1970). Tanto las larvas como los adultos comen solo las hojas tiernas apergaminadas y arrolladas que brotan de las heliconias (Janzen 1991). En una hoja nueva de heliconia, solo la punta tierna sobresale desde la axila, y en esta etapa el interior de la hoja no es accesible a los insectos. Después de un periodo de días o semanas, según la especie y la estación, la hoja enrollada se alarga lo suficiente para que la punta se despliegue, exponiendo el interior hueco. Las hojas permanecen enrolladas hasta una semana después de que la punta se ha abierto y los abejones adultos entran y salen del interior.

Usualmente los escarabajos no permanecen por mucho tiempo dentro de un solo pergamino, salvo en la época seca, cuando el número de hojas arrolladas es escaso. En estos casos es posible verlos comiendo las hojas viejas, de las que pueden obtener humedad y posiblemente algo de calorías para disminuir las pérdidas de reservas y la desecación (Janzen 1991).

Por lo antes expuesto, es de suponer que la presencia de los escarabajos en las hojas de heliconia se encuentra relacionada con la edad de la hoja, por lo que espero que un factor como la dureza de la hoja, (muy relacionada a la edad), podría ser el determinante de la presencia de los insectos. Así también mediré otras variables como diámetro de apertura, longitus, volumen de agua contenida, que son todas variables relacionadas con el estado de la hoja y por ende, con la edad de la misma.

Método

El trabajo lo realicé en la Estación Pocosol, Reserva del Bosque Eterno de los Niños, en la cordillera Tilarán, en un bosque lluvioso de tipo premontano. Recorrí los senderos Mirador, Catarata y Zamia, buscando plantas de heliconia con hojas enrolladas. De cada hoja arrollada tomé las medidas de largo de la hoja que sobresale antes de abrirse y el diámetro de la abertura que presenta. Luego removí la hoja y registré el largo, ancho y volumen de agua contenida en la hoja. La dureza la medí utilizando un penetrómetro casero en una porción de la hoja, con base a su resistencia al peso.

También examiné la presencia de *Cephaloleia*, cantidad, estadio y nivel de herbivoría. En el sendero Mirador también contabilicé la cantidad de individuos de

heliconia existente a lo largo del sendero para estimar la abundancia de la especie en el lugar y el porcentaje de individuos con hojas enrolladas. Los datos fueron analizados haciendo una regresión múltiple.

Resultados

Del total de 18 individuos de *Heliconia* observados con hojas arrolladas, 6 presentaban individuos de *Cephaloleia*. Estos podían encontrarse solos o en grupos de dos o hasta tres.

Para el análisis utilicé una regresión múltiple, con la opción de stepwise (Fig.1). El análisis seleccionó 3 variables de las 7 medidas, que explican en un 58% la presencia de *Cephaloleia* en las hojas arrolladas de heliconia. Estas variables seleccionadas y sus coeficientes fueron, diámetro de abertura (1,27), largo hoja sin abrirse (-0,63) y nivel de agua (0,20) ($r^2 = 0.65$, $r_{ajus} = 0.58$, $p = 0.01$, $F = 9.05$, $gl = 17$). Los valores de dureza medidos en las hojas con insectos, podía variar desde 40 g hasta 140 g incluso, no encontrándose ninguna relación de causa efecto entre ambas (Fig. 2)

La disponibilidad de hojas nuevas de heliconia para *Cephaloleia* es muy baja en el área muestreada. De los 81 individuos contabilizados en el sendero Mirador (4 km) solo 5 individuos tenían con hojas nuevas, lo que representa el 6% del total. Esto nos indica una abundancia muy baja para la presencia de plantas y, mas baja aun para las que presentan hojas nuevas. Los datos medidos para todas las variables se presentan en el Anexo 1.

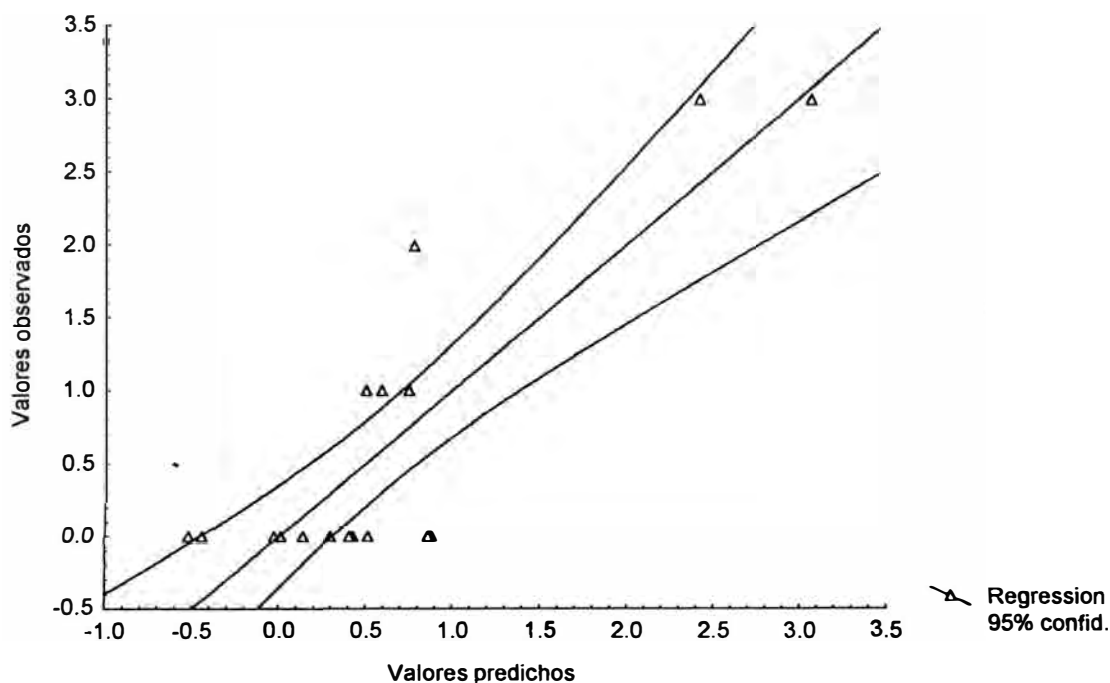


Fig. 1 Relación entre los valores predichos y los observados (Nivel de agua, Largo de hoja que sobresale antes de abrirse, Diam. abertura) por la ecuación de regresión de las hojas enrolladas de *Heliconia*.



Fig. 2 Relación entre la dureza en hojas de *Heliconia* y el número de individuos de *Cephaloleia* presentes

Discusión

La característica mas importante para predecir la presencia de los escarabajos del género *cephaloleia* en las hojas de *heliconia* es el volumen del agua. Esta es agua de lluvia que se acumula en las hojas arrolladas formando el microhabitat acuático necesario para los insectos (Price, 1997) y su valor estará dependiendo de la forma que presente la hoja, es decir, de las relaciones entre apertura de hoja, ancho y largo (Fig. 1). La presencia de escarabajos se da por una relación directamente proporcional entre cantidad de individuos de *cephaloleia*, y los valores de diámetro de apertura y nivel del agua, e inversamente proporcional al largo de la hoja.

El punto ideal en contenido de humedad dentro de la hoja estará dado por la relación de estos tres factores y el factor limitante para los escarabajos va a darlo el largo de la hoja. Esta característica refleja el grado de exposición de la hoja.

La hipótesis planteaba una relación directa entre la presencia de individuos de *cephaloleia* y la dureza de la hoja, y todos los puntos obtenidos demuestran esa relación, salvo uno de los puntos (1 indiv. con dureza de 150 gr) que se encuentra separado de la tendencia. Este hecho podría explicarse considerando que la toma de datos se realizó en el inicio de la época de sequía y que, durante la realización del proyecto se había presentado una falta de lluvias considerable para el área, por lo que algunos individuos de *cephaloleia* podrían haber permanecido en las hojas resacas y maduras por la falta de sustrato apropiado.

Un dato importante de resaltar es que ninguno de los factores analizados pueden, individualmente, explicar la presencia de los individuos de *Cephaloleia* en las hojas enrolladas.

Los datos obtenidos de la abundancia de la *Heliconia* y del porcentaje de individuos con hojas nuevas muestran valores sorprendentemente bajos lo que se constituye en un punto a tener en cuenta, sobre todo por el hecho de que estos escarabajos se distribuyen principalmente en las *heliconias* y que, por eso, cualquier cambio en la proporción del hospedero se podría reflejar luego en los insectos.

Referencias

- Borror, D. y R. White. 1977. A Field Guide to Insects. América North of México. HoughtonMifflin Company, Boston.
- Gentry, A. 1993. Woody Plants of Northwest South America. Conservation International. USA.
- Hartshorn G.H.1991. Plantas. En, D.H. Janzen (Ed.) Historia Natural de Costa Rica pp 118-350. Universidad de Costa Rica
- Janzen, D.H. 1991. Insectos. En, D.H. Janzen (Ed.) Historia Natural de Costa Rica pp 631-793. Universidad de Costa Rica.
- Strong, D. y M. Wang,.1977. Evolution of insect life histories and host plant Chemistry: Hispine beetles on *Heliconia*. Science190:804-806
- Price, P.1997 Insect Ecology. Northern Arizona University, USA

Anexo 1. Valores obtenidos en las mediciones de las hojas de heliconia

N ° = número de muestra. Nivel de agua= volumen de agua contenida en las hojas
 Largo 1 = largo de hoja que sobresale de la axila de la heliconia antes que se abra
 Largo total = medida de la hoja una ves extraida. Diam. abertura = medida del diametro de la abertura expuesta por la hoja antes de abrirse. Ancho = medida de la hoja una ves extraida. N °. Indiv. Cephaloleia = número de individuos encontrados en cada muestra
 Estadio = edad de los individuos encontrados. Dureza= medida de la resistencia de la hoja a pesos expresado en gramos.

N °	Nivel agua (mm)	Largo 1 (cm)	Largo total (cm)	Diam. abertura (cm)	Ancho (cm)	N °. Indiv. Cephal.	Estad	Dureza (gr.)
1	0.2	66.6	70.3	23.6	23.6	3	A	78
2	1.6	27	40	0.9	11.3	1	A	41
3	0.2	12.3	30.6	0	12.4	0	-	31
4	0	114	118	43.1	43.1	3	A	86
5	0.4	94.5	114.5	9.8	28.4	0	-	55
6	0.2	25.8	27.8	3.4	9.6	2	A	59
7	0.1	65	68.5	13.5	23	0	-	87
8	1.2	62.5	74	3.4	17.3	0	-	67
9	1.6	32.5	80.5	0.8	25.6	0	-	49
10	3.4	68.9	74.7	6.2	16.4	0	-	58
11	6	62	95.5	2.1	21.9	1	A	57
12	1.8	33.4	74	0.7	18.4	0	-	33
13	0	33.9	39.9	1.6	13.1	0	-	81
14	0.8	46.9	55.2	1.1	17.3	0	-	55
15	0	46	48.5	6.6	11.8	0	-	63
16	4	37	42.7	1	16.4	0	-	65
17	0	41	55.6	2.9	20.7	1	A	142
18	0	48	56.9	2.3	20.3	0	-	104

DEPREDACIÓN Y ATAQUE DE HONGOS EN SEMILLAS DE *IRIARTEA DELTOIDEA* (ARECACEAE): EFECTO DE LA DISTANCIA A LA FUENTE SEMILLERA

Gabriel Colorado

Resumen. Evalué la depredación y el ataque de hongos a las semillas de la palma *Iriartea deltoidea* a dos distancias de la fuente semillera. Encontré evidencias de ataque por un roedor pequeño que consumía toda la cáscara de la semilla y parte del endospermo, y el consumo total de la semilla por pecaríes (*Tajassu tajacu*), principalmente cerca a la fuente semillera. Las semillas fueron más fuertemente atacadas por hongos cerca a la palma que lejos de ella. Estas evidencias señalan el efecto negativo de la distancia a la fuente semillera descrito por Janzen y Connell.

Palabras Clave: *Iriartea deltoidea*, depredación de semillas, modelo de Janzen y Connell.

Introducción

Cerca de la mitad de las semillas producidas por más del 90% de todas las especies de árboles del bosque tropical mueren antes de germinar debido a la depredación por animales e infección por hongos (Janzen y Vázquez-Yanes 1991).

Las semillas pueden ser depredadas antes de caer y ser dispersadas, e incluso cuando ya han caído al suelo pero no han sido dispersadas todavía por un agente secundario (Dalling 2002). La depredación antes de la dispersión conlleva varios efectos negativos para las semillas, entre ellos, la reducción del tamaño efectivo de la producción de semillas que, indirectamente, reduce la distancia a la que éstas pueden dispersarse (Dalling 2002).

En general, la efectividad de la dispersión por mamíferos se conoce poco, siendo el caso de los murciélagos y micos el más conocido (Levey et al. 1994). Agoutis, ardillas, pecaríes, roedores pequeños y ratones grandes del género *Heteromys* se alimentan de semillas y frutos, pero también los esconden o defecan intactos, por lo que estas especies son probablemente dispersores además de depredadores (Levey et al. 1994).

Los árboles en estado reproductivo se encuentran rodeados por un área considerada como crítica en la cual las probabilidades de sobrevivencia de los propágulos son muy bajas, debido principalmente a la acción de depredadores y patógenos. Este efecto negativo de la cercanía al árbol ha sido postulado como la hipótesis de Janzen y Connell (Asquith 2002).

En la presente investigación evalué la remoción de frutos y el ataque por hongos a semillas de *Iriartea deltoidea* en dos distancias a la fuente semillera, y el efecto que tiene esta distancia, dentro del marco de la hipótesis de Janzen y Connell, en la supervivencia de las semillas.

Métodos

Esta investigación la realicé las noches del 30 y 31 de Enero de 2003 en la Estación Pocosol, Cordillera de Tilarán (720 msnm). Seleccioné 9 individuos en estado reproductivo de *Iriartea deltoidea* a lo largo del sendero Zamia y coloqué 12 frutos de la misma especie, colectados del suelo y que estuvieran en buen estado. Los grupos de frutos fueron colocados en cada palma a dos distancias de ella, en la base de la misma y lejos de ella a una distancia promedio de 7 metros. Evalué la remoción de frutos con

base en el número remanente en cada sitio. Antes de realizar los tratamientos, removi todos los frutos frescos que encontré cerca de la palma en un radio aproximado de 2 metros.

Resultados

Solamente 2 frutos de los 216 que coloqué en los dos tratamientos fueron removidos cerca de la fuente semillera. La evidencia sobre los frutos que quedan en el suelo sugiere que el depredador es un roedor pequeño, probablemente del género *Reithrodontomys* (Rodentia: Muridae), un grupo de ratones pequeños, terrestres o semiarbóreos.

Encontré un mayor ataque por hongos a las semillas cerca a la palma ($X^2 = 3.96$, $p = 0.04$, g.l. = 1). El ataque por hongos fue de un 32 % del total de semillas en las 9 palmas, en un lapso aproximado de 40 horas. En promedio, de los 12 frutos colocados en cada sitio, 4.8 frutos fueron atacados por patógenos cerca a la palma, mientras que 3 fueron atacados lejos de la misma.

Discusión

El mayor ataque por hongos patógenos cerca al árbol semillero apoya la hipótesis propuesta por el modelo de Janzen y Connell sobre el efecto negativo de la cercanía al árbol parental en la supervivencia de sus semillas y plántulas debido a la acción de depredadores y patógenos específicos (Asquith 2002). Un posible mecanismo para evitar la depredación en esta especie es la producción sincrónica y masiva de frutos. Esto manipula en dos maneras la depredación de sus frutos, al dar intervalos de falta de semillas entre periodos de fructificación, limitando las poblaciones de depredadores y, al mismo tiempo, saciándolos durante la superabundancia que ocurre en una producción sincrónica (Dalling 2002).

Es difícil cuantificar el daño que este roedor pequeño hace a los frutos. Encontré frutos en lo que el exocarpo fue consumido totalmente con consumo parcial del endospermo duro, sin un aparente daño al embrión. Sin embargo, encontré varios frutos con daño fuerte en el endospermo y el embrión.

El efecto de la remoción de la cáscara por efecto de depredadores puede favorecer la germinación (Asquith 2002). Observé varios frutos a los que este roedor le removió la cáscara pero no realizó un daño profundo en el endospermo, por lo que podría funcionar como una ayuda mecánica para su germinación. Existen evidencias de este tipo de mecanismo actuando sobre otras especies de palmas de frutos duros. Por ejemplo, Smythe (1989) demostró que para la germinación y el reclutamiento de la palma arborecente *Astrocaryum standleyanum*, las semillas que fueron peladas y enterradas aumentaron significativamente sus probabilidades de sobrevivir y germinar.

Con base en las evidencias descritas, es posible suponer que esta especie de palma soporta una fuerte presión sobre sus semillas durante la fructificación, que tendría efectos importantes sobre su germinación y el reclutamiento. El efecto negativo sobre la dispersión de esta palma no puede ser evaluado con esta investigación. Finalmente, ambos mecanismos descritos –depredación y dispersión– contribuyen de una u otra forma al sostenimiento de la diversidad arbórea del trópico, ya sea por medio del efecto de mutualismos dispersor-planta o por efectos de la depredación densodependiente descritos por el modelo de espaciamiento propuesto por Janzen y Connell, que permitirían la coexistencia de un alto número de especies arbóreas (Asquith 2002).

Referencias

- Asquith N.M. 2002. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. Pp. 377- 406. En: M.R. Guariguata y G. H. Kattan (eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Ediciones LUR. Cartago. Costa Rica.
- Dalling J.W. 2002. Ecología de semillas. Pp. 345-376. En: M.R. Guariguata y G. H. Kattan (eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Ediciones LUR. Cartago. Costa Rica.
- Janzen D.H. y C. Vázquez-Yanes. 1991. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wildlands. Pp. 137-157. En: A. Gómez-Pompa, T.C. Whitmore, y M. Hadley (eds.). Rain Forest regeneration and management. UNESCO. France and Parthenon Press. UK.
- Levey D.J., Moermond T.C. y J.S. Denslow. Frugivory: an overview. Pp. 282-294. En: McDade L.A., Bawa K.S., Hespeneide H.A. y G.S. Hartshorn (eds.). La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest. The University of Chicago Press. Chicago. USA.
- Smythe N. 1989. Seed survival in the palm *Astrocaryum standleyanum*: evidence for dependance on its seed dispersers. Biotropica 21: 50-56.

COLONIZACIÓN DE PECÍOLOS DE *CECROPIA* SP. A DISTINTAS ALTURAS POR *SCOLYTODES* SPP.

Gustavo Adolfo Londoño.

Resumen. Los pecíolos de las hojas de *Cecropia* son como islas deshabitadas, cuando caen del árbol. La colonización de las hojas por escarabajos del género *Scolytodes* ocurre entre 3 a 15 días después de caídos. Gran parte de las hojas queda colgado de la vegetación, lo cual crea un gradiente altitudinal en la disponibilidad de este recurso. En este trabajo se presentan resultados de los invertebrados que colonizan las hojas a distintas alturas y sobre el suelo. El número de especies e individuos fue mayor en hojas colgadas en la vegetación que sobre el suelo. La abundancia de *Scolytodes* spp. varió entre las diferentes alturas y entre los dos morfos identificados siendo más abundante el morfo “grande” en los pecíolos que se encontraban colgando de la vegetación. La colonización puede estar influenciada por la duración de los pecíolos, la cual podría ser más larga en alturas mayores respecto al suelo en donde las condiciones de humedad son mayores.

Palabra Clave. *Scolytodes*, Colonización de pecíolos *Cecropia*.

Introducción

La colonización de nuevos hábitats es uno de los procesos menos estudiados (Begon *et. al.* 1986). La presencia de las distintas especies en un lugar depende del tiempo que este ha estado expuesto para la colonización por diferentes especies y de la disponibilidad del recurso. Los pecíolos de las hojas de *Cecropia* sp. que caen de un árbol son como islas deshabitadas, en donde el número de especies debe ser menor en los pecíolos menos disponibles como los verdes recién caídos.

Los *Scolytodes* spp. son uno de los escarabajos de corteza mas comunes y con la distribución mas amplia en Costa Rica. Estos se reproducen exclusivamente en los pecíolos de las hojas de *Cecropia* sp. recién caídas y son los primeros colonizadores de estos. Los árboles de *Cecropia* sp. botan unas cuantas hojas todos los meses, y alrededor del 80 % de las hojas quedan atrapadas en la vegetación y suspendidas sobre el suelo, esto puede crear una limitación en la colonización de estas por algunos invertebrados. Los pecíolos son colonizados de 3 a 15 días luego de que caer. Después del apareamiento, el macho expulsa excremento desde la galería y boquea el hueco de entrada para impedir invasión de depredadores y parásitos. Sin embargo hay varios invertebrados que colonizan los pecíolos después que los *Scolytodes* spp. abren los huecos, los cuales podrían estar acelerando la degradación de los pecíolos. El ciclo de vida de estos escarabajos no dura más de 25 días y no más de cuatro pares de padres colonizan un pecíolo (Wood 1991). En este trabajo se cuantificó la cantidad de invertebrados asociados a hojas de *Cecropia* sp. a distintas alturas sobre el suelo, para observar si existía un gradiente altitudinal de colonización, principalmente en las especies que eran colonizadoras pioneras como los escarabajos del genero *Scolytodes* spp.

Métodos

Este proyecto lo realicé en la estación Pocosal, ubicada en la vertiente caribeña de la cordillera Tilarán, Costa Rica. Este lugar tiene una altura promedio de 720 msnm,

con una precipitación anual de 4500 mm y el tipo de vegetación dominante es bosque húmedo premontano.

Para la recolección de hojas de *Cecropia* sp. escogí cinco árboles en el sendero el mirador que tuvieran vegetación de más de cinco metros debajo de la copa y que en esta hubieran hojas de *Cecropia* colgando. De cada árbol colecté 15 hojas en total: cinco hojas sobre el suelo (0 metros), cinco entre 1-2 m y cinco a más de 5 m. Las hojas se llevaron al laboratorio y a cada peciolo se le midió la dureza con un penetrómetro. Este consistía en un alicate con una aguja en la punta, que se dejaba caer siempre desde cinco centímetros, se realizó una toma de dureza cada diez centímetros en el peciolo. También se midió el ancho del peciolo cada diez centímetros. Después hice un corte longitudinal con una navaja en los peciolos, y si se encontraba algún invertebrado se medía la distancia del hueco por donde el invertebrado habría entrado hasta la base del peciolo. Los invertebrados se colectaban se cuantificaban e identificaban.

Resultados

El número de morfotipos e individuos fue mayor entre 1-2 m de altura seguido por la altura a cinco metros y por, último a nivel del suelo (Cuadro 1). Las tres alturas comparten al menos dos morfotipos, con excepción de la altura a cinco metros y la de cero metros. Solo cuatro Morfotipos se encontraron fueron exclusivos de una sola altura (Fig. 1). La dureza de los peciolos a las distintas alturas fue similar (Fig. 2).

La abundancia de los dos morfotipos de *Scolytodes* spp. varía con la altura. Para el morfotipo “pequeño” la abundancia es mayor en el suelo ($\chi^2 = 108$, g.l. = 2, $p < 0.001$), lo contrario ocurrió para el morfotipo “grande” que fue más abundante a cinco metros ($\chi^2 = 73.3$, g.l. = 2, $p < 0.01$). La abundancia entre los dos morfotipos fue diferente, para cero metros ($\chi^2 = 7.4$, g.l. = 1, $p < 0.006$), un metro ($\chi^2 = 4.8$, g.l. = 1, $p < 0.03$) y cinco metros ($\chi^2 = 11$, g.l. = 1, $p < 0.01$). Los invertebrados que colonizan después que los *Scolytodes* spp. son colonizadores secundarios u “oportunistas”, estos fueron más abundantes en hojas colgadas en la vegetación (Fig. 3).

Cuadro 1. Alturas a las que recolecte las diferentes hojas y el numero total de morfotipos e individuos encontradas a estas alturas.

Altura(metros)	Especies	Número de Individuos
0	10	75
1	14	157
5	12	121

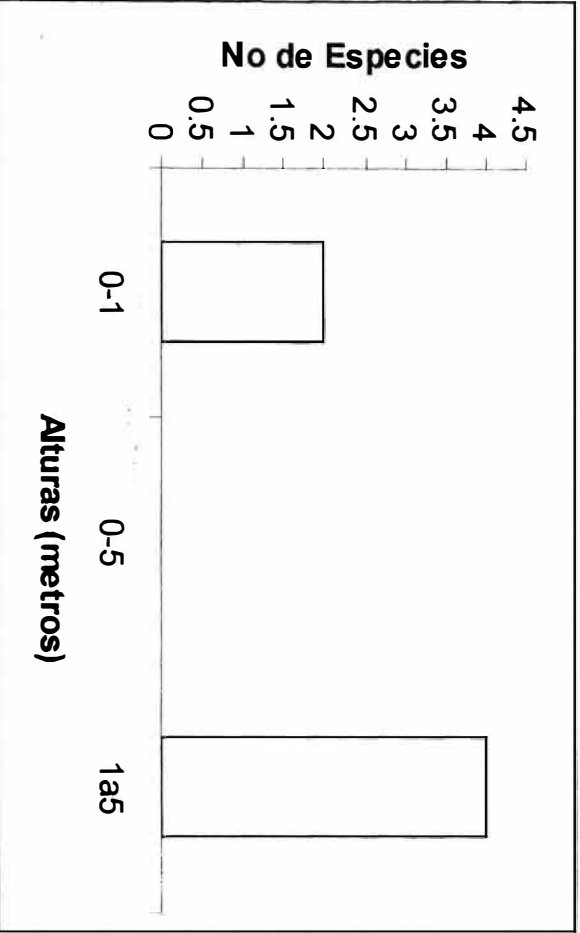


Fig. 1 Numero de especies compartidas entre las diferentes alturas.

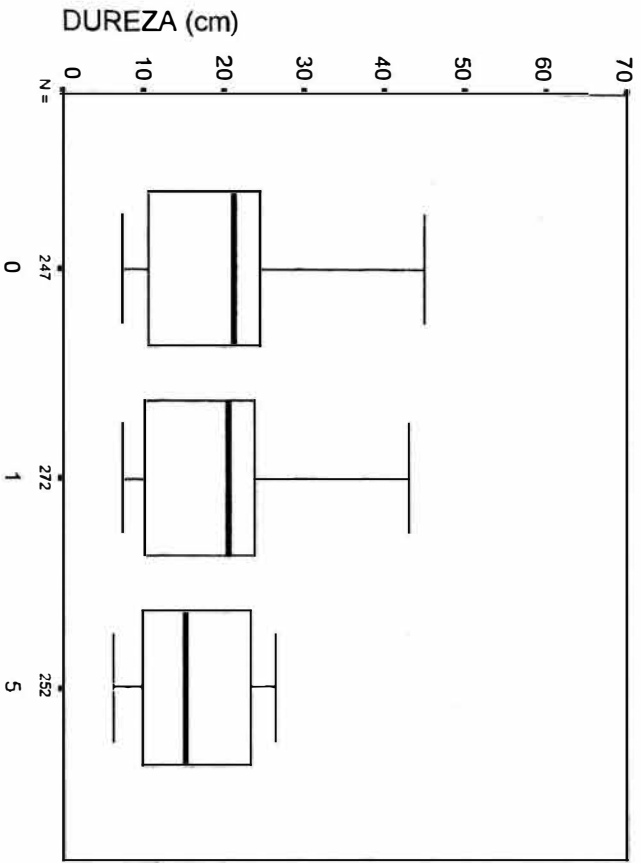


Fig. 2. Variación de la dureza a las diferentes alturas.

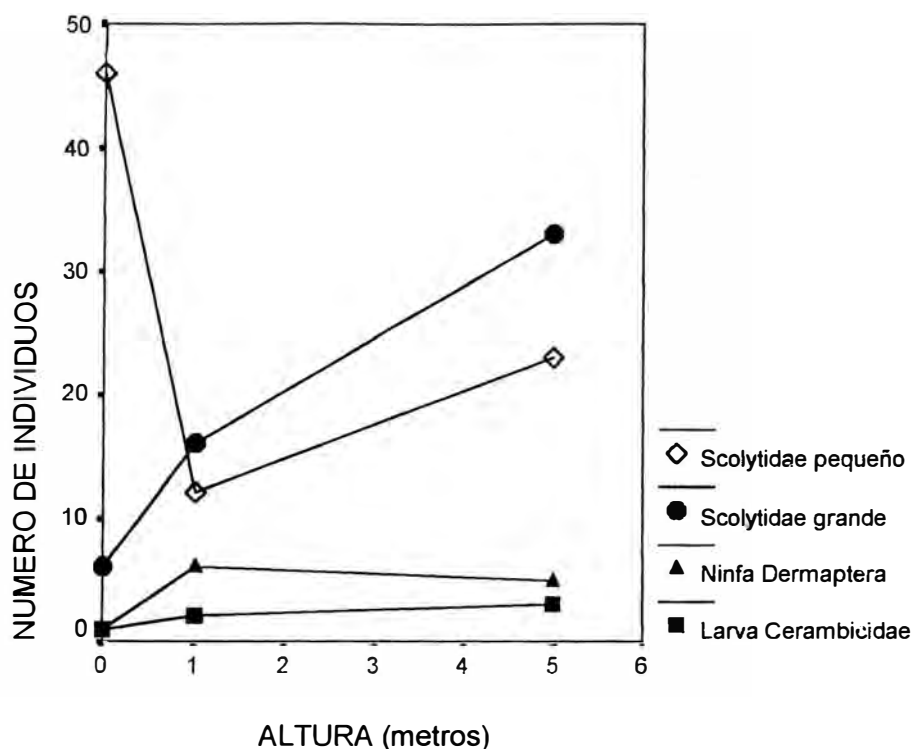


Fig. 3. Número de individuos de los morfos presentes en las tres alturas.

Discusión

El mayor número de especies presentes en los estratos aéreos no se puede explicar por la dureza de los pecíolos ya que esta fue similar en las tres alturas. Sin embargo, este patrón se puede deber a que los pecíolos de las hojas a estas alturas duran mucho mas tiempo, ya que no están expuestos ha humedades tan altas como las del suelo por esta razón probablemente se descomponen mas lentamente, lo que favorecería el establecimiento de organismos con ciclos de vida mas largos.

Este mismo patrón se observó en las abundancias, esto se puede explicar por la presencia de colonias de hormigas principalmente del género *Camponotus* spp. que aportan un gran número de individuos, las cuales se pueden ver favorecidas por las condiciones más estables de los pecíolos colgantes. La similaridad en el número de especies compartidas entre los estratos aéreos respecto al suelo, se puede deber a que las condiciones de degradación de los pecíolos son más similares en las hojas colgadas.

La mayor presencia de individuos del morfo de Scolytodes “grande” respecto al “pequeño” en los estratos superiores, sugiere que el “grande” tiene requerimientos diferentes como pecíolos mas estables en el tiempo (que se encuentran colgando de la vegetación), ya que este podría tener un ciclo reproductivo un poco más largo respecto al morfo “pequeño”. Otra explicación puede ser que los grandes tengan una mejor capacidad de vuelo y puedan colonizar en mayor número y mas rápidamente las hojas colgadas.

Referencias

- Begon M., J. L. Harper & C. R. Townsend. 1986. Ecology individuals, populations and communities. Sunderland, Massachussets.
- Wood S. L. 1991. *Scolytodes atratus panamensis* (Escatabajito de guarumo, cecropia petiole borer). Pp. 768 – 769. En, D. H. Janzen (ed.) Historia Natural de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Anexo 1. Morfotipos encontrados a las distintas alturas en los pecíolos de *Cecropia* sp.

Scolytidae pequeño
Scolytidae grande
Campanotus sp2
Acaro
Chilopodae
Trips
Pheidole sp
araña 1
Camponotus sp1
Isopoda sp1
Tapinoma sp
Camponotus sp3
araña 2

ALIMENTACIÓN EN *MYRMELOCHISTA* SP. (FORMICIDAE: FORMICINAE): OBRERAS CON OVARIOS BIEN PUESTOS

Luciana Elizalde

Resumen. Algunas especies de hormigas del género *Myrmelachista* se encuentran asociadas a troncos de *Ocotea* donde viven en huecos contruidos por ellas. En el interior de los huecos viven homópteros, que exudan secreciones azucaradas que las hormigas ingieren. Como no se ha visto que estas hormigas forrajeen muy a menudo, me pregunté si utilizan como alimento huevos tróficos. Para responder ésto, corté 4 arbolitos de *Ocotea* sp. y los diseccioné enteros para ver la cantidad de homópteros y su ubicación. Además, diseccioné varias obreras para evaluar la posibilidad de la oviposición de huevos tróficos. Debido a que la cantidad de homópteros no fue abundante, las hormigas necesitan salir a buscar alimento, pero como presentan huevos tróficos podrían pasar ciertos periodos sin forrajear y de ahí que sean tan escasas las observaciones del forrajeo de esta hormiga. Describo algunas características de la biología de esta interacción tan poco conocida.

Palabras clave: *Myrmelachista* sp., huevos tróficos

Introducción

La conversión de tejido corporal en alimento para las larvas ha sido un paso fundamental en la evolución de las hormigas (Holldobler y Wilson 1990). Este fenómeno ocurre al menos en dos situaciones. Una de ellas es durante la fundación de la colonia, donde la reina puede utilizar los músculos de sus alas recién arrancadas para alimentarse. La otra posibilidad es cuando las obreras y las reinas depositan huevos tróficos, que son haploides, generalmente de forma distinta a los huevos viables, con paredes blandas, y son consumidos por larvas y reinas (Holldobler y Wilson 1990).

Muchas especies de hormigas presentan ovarios funcionales, de hecho sólo las obreras de *Solenopsis* y *Pheidole* tienen los ovarios completamente reducidos (Holldobler y Wilson 1990). Así, las obreras de varios géneros de hormigas pueden depositar huevos tróficos.

La interacción entre la hormiga *Myrmelachista* (Formicidae: Formicinae) y la planta laurácea *Ocotea* no es muy conocida, y seguramente incluye varias especies de hormigas, mientras que *Ocotea* presenta tres especies que son mirmecófitas: *O. attirensis*, *O. nicaraguensis* y *O. dendrodaphne*, aunque posiblemente existan más especies de *Ocotea* asociadas con *Myrmelachista* (Longino com. pers.). Las *Ocotea* mirmecófilas se distribuyen en un gradiente altitudinal desde las zonas de bosques de tierras bajas hasta elevaciones de más de 800 msnm. Las hormigas viven dentro de los tallos ahuecados por ellas mismas. Sabemos que existe un tercer componente, un homóptero, que las hormigas utilizan como fuente de sustancias azucaradas (Stout 1979, Carmona et al. 2001). Las obreras deberían forrajear para obtener una fuente de proteínas, pero no se conoce cómo forrajeen ya que se las ha observado muy pocas veces fuera de su tallo (Hanson com. pers.). También, es posible que salgan de su nido a buscar alimento por la noche, como lo hacen muchas otras hormigas (Barrabtes com. pers.).

El poco conocimiento de esta asociación motivó este estudio, con el objetivo principal de comprobar si las obreras depositan huevos tróficos y determinar la cantidad de homópteros que se encuentran dentro del tallo, y revisar en el interior del tallo para

determinar si existen evidencias de que consumen otras sustancias allí. Debido a que no se las ha visto forrajeando frecuentemente, hipotetizo que deben existir fuentes nutritivas como gran cantidad de homópteros o huevos tróficos, que les permiten a las hormigas pasar largos períodos de tiempo sin forrajear.

Métodos

En un bosque lluvioso premontano, a 700 msnm, en la Estación Biológica Poco Sol, Bosque Eterno de los Niños, Cordillera de Tilarán, corté 4 plantitas de *Ocotea* sp. desde su base (donde ya no se encontraba ahuecado) y revisé todos los tallos abriéndolos a la mitad con una cuchilla, buscando la reina, contando los homópteros y colectando las obreras, aladas y juveniles. Las plantas con colonia de *Myrmelachista* sp. colectadas se denominaron: Arbolito 1 (A1) de 2 m que no tenía vecinos próximos, Arbolito 2 (A2) de 80 cm que tenía un arbolito de 1.5 m próximo, Arbolito 3 (A3) de 1,5 m que tenía un arbolito de 50 cm próximo y el Arbolito 4 (A4) de 50 cm y que tenía varios arbolitos grandes y pequeños muy próximos (sólo se utilizó para comparar los alados).

Realicé disecciones de obreras y medí el largo y el ancho de los ovarios para determinar si de ellos podría salir un huevo similar a los que se encontraban en la colonia y, de forma indirecta, determinar si estas hormigas podrían depositar huevos tróficos. Por último, medí el ancho del tórax de las obreras para establecer si existían diferencias entre ellas, ya que a simple vista parecía que algunas tenían mayor tamaño que otras. Además medí el tamaño del tórax de los reproductivos, para comparar entre colonias.

Parte de las colonias se colocaron en cápsulas de Petri para realizar observaciones de comportamiento, aunque no de forma sistemática.

Resultados y Discusión

Composición de las colonias. Encontré reinas solamente en la colonia A2. Eran 3 reinas amarillentas con bandas negras rodeando su abdomen. Estas no tenían los ovarios muy desarrollados y su abdomen no estaba hinchado, tampoco presentaban alas. Se encontraban las 3 juntas en la parte más basal del tallo del árbol y en una de ellas pude identificar, en la zona de las alas, que las cicatrices alares (que se originan cuando se arrancan las alas) parecían recién formadas. En este arbolito también encontré machos que eran de color negro, muy diferente a los machos de los otros arbolitos, incluso tenían un contorno diferente del tórax y forma de la cabeza, por lo que podrían ser una especie diferente. Esta era una colonia pequeña, con pocos juveniles y sin reinas aladas, aunque sí se encontraban huevos.

La colonia A1 no presentó reina, aunque era una colonia con muchas obreras y tenía bastantes juveniles. En cuanto a los reproductivos, sólo encontré machos, que tenían una coloración marrón clara, bien distinta de la coloración de los machos de A2. En la colonia A3 encontré gran cantidad de alados de ambos sexos, ubicados principalmente en las ramas superiores que daban origen a las hojas. La cantidad de obreras en este árbol fue mayor lo mismo que la cantidad de juveniles. En la colonia A4 no encontré reina pero había gran cantidad de alados hembras y machos. En esta colonia y en la A3 los machos eran marrones claros y las hembras amarillentas con las líneas negras en el vientre.

En cuanto a los reproductivos, la proporción de machos a hembras en la colonia A3 fue 10:3. Observé diferencias en el ancho del tórax de las hembras de la colonia A3 y la A4 (era la única colonia que tenía hembras aladas, además de la A2 que tal vez era otra especie) ($t = -10.35$, g. l. = 5, $p = 0.0001$), mientras que para los machos los anchos

de tórax eran iguales ($t = -1.7$, g.l. = 8, $p = 0.13$, Cuadro 1). La diferencia de tamaño entre las hembras aladas, posiblemente no implique una diferencia que separe especies, sino que puede deberse a diferencias ontogenéticas de las dos colonias o a diferencias en la alimentación.

Cuadro 1: Promedios (desvío estándar) de los anchos del tórax de los reproductivos de *Myrmelachista* sp.

	Ancho tórax hembra	Ancho tórax macho
Arbolito 3	0.78 (0.05)	0.55 (0.04)
Arbolito 4	1.18 (0.03)	0.62 (0.08)

Anatomía interna. Realicé 30 disecciones en total. En la colonia del A2 encontré tres obreras que tenían huevos en sus ovarios. A pesar de que en el resto de las colonias no encontré huevos dentro de las obreras, los tamaños de los ovarios del resto de las colonias no difiere de aquellos de la colonia A2 ($H_{(2, N=14)} = 4.89$, $p = 0.086$, Cuadro 2).

Cuadro 2: Medianas (1^{er} y 3^{er} cuartil) para los ovarios y anchos de tórax de las obreras de *Myrmelachista*.

	Largo ovario mm	Ancho ovario mm	Ancho tórax mm
Arbolito 1	0.34 (0.34-0.36)	0.2 (0.2-0.2)	0.34 (0.3-0.36)
Arbolito 2	0.30 (0.26-0.35)	0.14 (0.12-0.19)	0.34 (0.31-0.36)
Arbolito 3	0.46 (0.4-0.5)	0.2 (0.2-0.2)	0.34 (0.32-0.36)

Los huevos tróficos que encontré dentro de las obreras no difirieron en ancho ni largo de los huevos que se encontraban entre los juveniles en la colonia A2 (largo del huevo $t = -0.52$, g.l. = 6, $p = 0.62$; ancho $t = 1.72$, g.l. = 6, $p = 0.135$). El largo promedio de los huevos de la colonia es 0.6 mm y el ancho es 0.2 mm, mientras que el largo de los huevos encontrados dentro de las obreras fue 0.56 y el ancho 0.21.

Además, a través del primer tergito del gáster de *Myrmelachista* sp. observé unas pequeñas pelotitas blancas, que al diseccionarlas encontré que se prendían del cuerpo graso de la hormiga. Según Weng (com.pers.) serían bolitas de ácido úrico o una bacteria que se encuentra asociada a muchos insectos denominada *Wolbachia*.

Alimentación y forrajeo. En las cápsulas de Petri, observé que una obrera colocaba un huevo en la zona bucal de una larva, además noté como una obrera rompía un huevo entre sus mandíbulas y luego lo acercaba a una larva, aunque esta vez no lo colocó directamente en su boca.

Encontré 46 homópteros en los tallos que dan hojas y 2 en el tallo principal para la colonia A1, mientras que para la colonia A3 encontré 40 homópteros en las ramas que llevan hojas y 6 homópteros en el tallo principal. Se disponían en grupos de dos o tres, y se ubicaban en cavidades del tronco. En cuanto al comportamiento de forrajeo en el campo tuve la oportunidad de observar una colonia en actividad, que tenía varias hormigas recorriendo sus tallos y hojas sobre todo aquellas hojas nuevas de color rojizo. En una oportunidad comenzaron a morder un excremento de ave que estaba sobre una hoja de su colonia. Además, observé un grupo de ellas que salían del árbol y en la tierra escarbaban y se metían de a grupos en huecos a una distancia de 30 cm como máximo alrededor de la base del árbol, regresando luego al nido. Por lo tanto, en cuanto a la dieta de *Myrmelachista*, la cantidad de homópteros no sería suficiente para abastecer la colonia entera sin tener que recurrir a otras fuentes de alimento. Los

huevos tróficos y los homópteros podrían ser un buen recurso de almacenaje por períodos cortos, sobre todo en sitios como es Poco Sol, donde llueve entre 6000-8000 mm anuales y es muy poco frecuente que se den más de tres días sin lluvias. Las observaciones de forrajeo fueron muy escasas como para generalizar, ya que sólo se observó una colonia que tenía actividad sobre el árbol.

Luego de realizar este trabajo hay pocas respuestas claras y muchos interrogantes nuevos. ¿Qué ocurre en las colonias que no se encontraron reinas? Las hipótesis son varias como por ejemplo colonias de más de un arbolito o que la reina haya muerto. La primera es posible que ocurra en este caso debido a que se encontraron varios arbolitos pequeños cercanos a otros un poco más grandes. Sin embargo, se muestreó un arbolito mayor de esos pares y uno menor, y en ninguno de los dos se encontró reina, lo que confunde un poco las conclusiones. Otra cosa interesante sobre los reproductivos, es que dos de los cuatro nidos que disecté sólo presentaron machos. El único caso con reinas puede deberse a un fenómeno que ocurre en varias especies de hormigas, en el cual las reinas vírgenes, cuando la reina adulta muere, se arrancan las alas sin moverse del nido y toman el control de la colonia.

Bibliografía

- Carmona V., Lainet García V. y Lugo J. 2001. Alargando cadenas tróficas: la historia natural de un homóptero en la interacción *Ocotea-Myrmelachista*. *Ecología tropical y conservación* 2001-2.
- Stout J. (1979). An association of an ant, a mealy bug and an understory tree from Costa Rican rain forest. *Biotropica* 11: 309-311.

VIVES, COMES O VISITAS *AURICULARIA DELICATA* (FR.) HENN

David Suárez

Resumen. El presente estudio determina y categoriza la microfauna asociada "micetócolos" a *Auricularia delicata* (Fr.) Henn, un bosque húmedo premontano. En los cuerpos fructíferos de macrohongos –basidiomas- se ha encontrado una rica fauna de insectos entre los que destacan por su diversidad y abundancia los órdenes Diptera y Coleoptera (Navarete-Heredia & Galindo 1997). Dentro de los grupos que encontré en los cuerpos fructíferos y hubo micetobiontes como la familia Drosophilidae, cuyas larvas prefieren los cuerpos fructíferos en descomposición, y varios micofagos del orden Coleoptera. Además, encontré insectos considerados micetofilos depredadores y un grupo de micetoxenos poco frecuentes en *Auricularia delicata* (Fr.)Henn.

Palabras Clave: hongos , microfauna, asociaciones

Introducción

En los cuerpos fructíferos de macromicetos se ha encontrado una rica fauna de insectos entre los que destacan por su diversidad y abundancia los órdenes Diptera y Coleoptera (Navarete-Heredia & Galindo 1997). En el orden Coleoptera alrededor del 50% de las familias conocidas tiene representantes que consumen hongos, aunque no todas de las especies son micófagas estrictas (Lawrence 1989). Estudios relacionados a entomofauna asociada a hongos en Costa Rica son escasos, pero existen en Monteverde trabajos que han relacionado a los stapilinidos con Agaricales (Ashe 2000).

Entre las especies de hongos que se encuentran en Costa Rica, una de amplia distribución es *Auricularia delicata* (Fr.) Henn, de hábito gregario, con un cuerpo fructífero gelatinoso amarillento-pardusco en forma de oreja. El himenio esta formado por retículos prominentes de blanco a beige-pardusco palido (Mata 1999). Es un hongo comestible y se lo conoce con el nombre vulgar de "orejas de cerdo" (Ecuador), además los indígenas quichuas de la amazonía ecuatoriana lo utilizan para curar dermatitis.

Aprovechando el periodo de fenología "estacionalidad" de *Auricularia* de mayo a enero que se da en Costa Rica (Mata 1999), el presente proyecto pretende identificar y categorizar la fauna asociada a los cuerpos fructíferos de *Auricularia delicata* (Auriculariaceae).

Métodos

El proyecto lo lleve a cabo en la estación de campo Poco Sol, Cordillera de Tilarán, en un bosque húmedo premontano.

Para el desarrollo de la investigación escogí 4 troncos dentro del bosque en los cuales recolecté 35 cuerpos fructíferos de *A. delicata* (Fr.) Henn de diferentes tamaños y características morfológicas (Cuadro 1). El tamaño de los basidiomas de los especímenes lo determine utilizando la formula de la superficie de una elipse. Las características que se tomaron en cuenta para categorizar la morfología de los basidiomas fueron: color amarillento pardusco claro a oscuro , consistencia gelatinosa adherente o no adherente , himenio completo, dañando o ausente .

Cuadro 1. Clasificación de del Cuerpo Fructífero de *Auriculira delicata*

Código	Características
SinHime	Sin Himenio
HiCompClaro	Himenio no adherente en buen estado (amarillento – pardusco claro)
HiCompOsc	Himenio no adherente en buen estado (amarillento – pardusco oscuro)
HiDañadClaro	Himenio adherente dañando (amarillento – pardusco claro)
HiDañadOsc	Himenio adherente dañando (amarillento – pardusco oscuro)

Para categorizar los insectos asociados –Micetócolos- se tomo en cuenta la clasificación de Hammond y Lawrence (1989):

- Micetobiontes: Asociación obligatoria . Los hongos son utilizados como alimento de larvas y adultos.
- Micetoxenos: Insectos poco frecuentes en los basidiomas. Se desconoce una interacción definida con los hongos. Generalmente utilizan a los hongos como refugio temporal.
- Micetofilos: Insectos facultativos. Se localizan también en otros ambientes.
 - Depredadores: Cuando se alimentan de otros insectos asociados al hongo.
 - Saprófagos: Cuando se alimentan de hongos y otros alimentos en descomposición.

Los insectos colectados fueron identificados hasta familia en la mayoría de los caso y posteriormente categorizados según la clasificación de micetócolos. Además, para identificar la posible relación entre los insectos, el tamaño y estado de desarrollo del cuerpo fructífero, tomé en cuenta a las larvas de las moscas. Cuantifiqué las larvas que estaban en 2 cm² del himenio y esto lo relacioné con el área y características del estado los cuerpos fructíferos de *Auricularia delicata*

Resultados

En los 35 cuerpos fructíferos analizados encontré larvas y adultos de los ordenes Diptera y Coleoptera . Siendo las moscas y adultos de Drosophilidae lo más abundantes.

Las larvas de Drosofilidos no tiene preferencia por el tamaño de cuerpo fructífero de *Auricularia delicata*, ($F = 1,01$ $p = 0.38$). Pero las larvas prefieren los cuerpos en descomposición y el color mas oscuro del cuerpo fructífero ($F = 6.27$ $p < 0.001$, Figura 1).

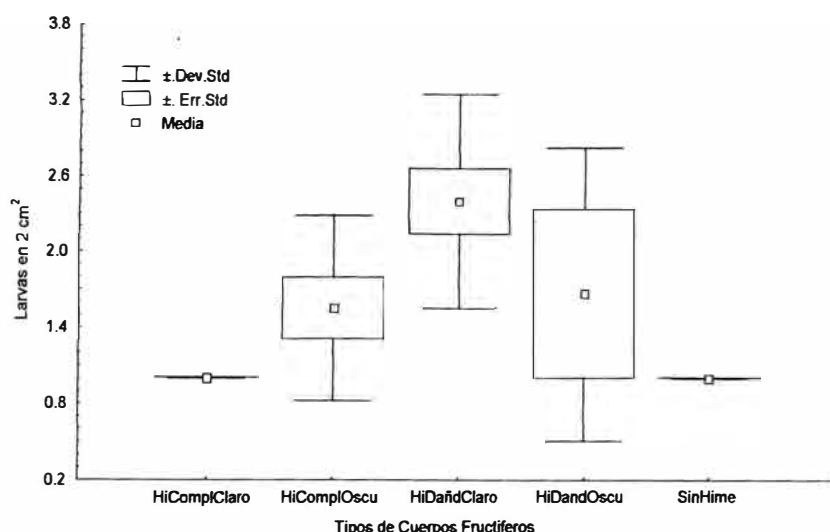


Fig 1. Cantidad de larvas en 2 cm² del himenio en relación con las características del cuerpo fructífero de *Auricularia delicata*. (Cuadro 1)

La entomofauna que encontré en los 35 cuerpos fructíferos de *Auricularia delicata*, fue caracterizada según su hábito alimenticio (Borrow & White 1970) y tipo de asociación Micetobionte, Micetofilo y Micetoxeno.

En la fauna asociada se encontró que más del 50% de individuos tenía interacción con hongos, esto podría aumentar al conocer más la biología de otros grupos. En cuanto a la abundancia los grupos más abundantes estos fueron los drosophilidos con larvas y adultos, además los adultos de stafilinidos. Los insectos micetoxenos fueron los que menos individuos presentaron (Cuadro 2)

Cuadro 2. Categorización de los Micetocolos encontrados en *Auricularia delicata*

	ORDEN	FAMILIA	ASOCIACION	OBSERVACIONES
ARTROPHODA	Hymenoptera	Formicidae	Micetoxenos	Hormigas
	Dipetra		Micetoxenos	Moscas (menos Drosophilidae)
	Dipetra	Drosophilidae	Micetobiontes	Larvas y adultos
	Dipetra	Nematocera	Micetobiontes	Larvas
	Dipetra	Brachycera	Micetobiontes	Larvas
	Orthoptera	Gryllidae	Micetobiontes	
	Hemiptera	Tribu Dacitini	Micetofilos	
	Homoptera		Micetoxenos	
	Thysanoptera		Micetoxenos	Thrips
	Coleoptera	Fulgoridae	Micetobiontes	Adultos
	Coleoptera	Ptillidae	Micetobiontes	Adultos
	Coleoptera	Nitidulidae	Micetobiontes	Adultos
	Coleoptera	Leiodidae	Micetobiontes	Adultos
	Coleoptera	Staphylinidae	Micetofilos	
	Acarina		Micetoxenos	Acaros
	Arachnida		Micetoxenos	Arañas
GASTEROPODA			Micetoxenos	Babosas
ISOPODA			Micetoxenos	Cochinilla

Discusión

Algunos hongos están ligados al desarrollo de los drosofilidos conocidos como moscas de la piña (Zumbalo 1999), fue confirmado al encontrar larvas y adultos de drosofilidos en los cuerpos fructíferos de *Auricularia delicata*.

Auricularia es un macrohongo con un cuerpo fructífero carnoso, que se torna gelatinoso cuando inicia su deterioro. En los hongos en deterioro se encontraron más larvas, por lo que se podría suponer que la alimentación de las larvas podría ocasionar la descomposición del hongo ya que mientras menos dañada la superficie menos larvas.

Entre los taxones que encontré existen mucho más variedad de grupos de coleopteros que se alimentan de hongo, confirmando el considerable número de coleopteros micofagos, más del 50% de las familias. (Lawrence 1999, Solís 1999). Sin embargo, los Drosofilidos fueron más abundantes en los cuerpos fructíferos.

Los basidiomas de *A. delicata* (Fr.) Henn, podrían considerarse como un microecosistema con abundante recurso para aquellas especies que se alimentan de su tejido. Además, es un sustrato apropiado y para depredadores como las hormigas debido a la cantidad de insectos michebiontes que pueden conseguir, o simplemente un sitio de reposo para algunos grillos, arañas y otros insectos pero que aun se desconoce su interacción con los hongos.

Sería necesario investigar con mayor detalle la interacción con babosas (Gasteropoda) y cochinillas de la humedad (Isopoda), ya que ellos se asocian a ambientes con gran cantidad de humedad. Por lo que las basidiomas los cuales para florecer necesitan más del 70% de humedad relativa (Mata 1999) y el agua constituye más de 80% del cuerpo fructífero, por lo que son un sustrato apropiado para estos organismos.

Literatura Citada

- Aslie, J. 2000. Rove Beetles (Staphylinidae) of Monteverde. pp108-111. En: Nadkarni, N & Wheelwright, N. (Eds) Monteverde Ecology and Conservation of Tropical Cloud Forest. Oxford University Press New York.
- Borrow, D & R. White 1977. A Field Guide to Insects, America north of Mexico. Houghton Mifflin Company Boston
- Lawrence, F. 1989. Mycophagy in Coleoptera: feeding strategies and morphological adaptations pp 1-23 En: Wildinig, N.M Collins, P.M. Hammond & J.W. Weber (eds.) Insect-Fungus Interactions. Academic Press. London.
- Mata, M. 1999. Macrohongos de Costa Rica Vol 1. Instituto Nacional de Biodiversidad. San José.
- Navarete-Heredia, J & N, Galindo. 1997. Escarabajos Asociados a Basidiomycetes en San José de Laureles, Morelos, México (Coleoptera: Scarabaeidae). Folia Etomol. Mex. 99:1-16
- Zumbalo, M. 1999 Dípteros de Costa Rica . Instituto Nacional de Biodiversidad. San José.

EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO EN LA COLONIZACIÓN DE SUSTRATOS ARTIFICIALES POR HYDROPSICHIDAE

Marcelo Ardón

Resumen. La disponibilidad de alimento es un factor importante para determinar la agregación de organismos. En quebradas los organismos filtradores dependen de una buena posición para filtrar partículas. En este proyecto utilicé una malla para manipular la cantidad de partículas que llegaban a sustratos artificiales para determinar si afectaba la colonización del filtrador Hydropsichidae. Mas individuos colonizaron el lado del sustrato sin malla que el lado con malla. No hubo diferencias en el tamaño de los organismos colonizando los sustratos con o sin malla ni con piedras escogidas al azar quebrada arriba. Mis datos demuestran que la cantidad de partículas en el agua disminuye colonización y agregación de Hydropsichidae.

Palabras Clave: Hydropsichidae, colonización, insectos filtradores

Introducción

Los ecólogos han tratado de determinar cuales son los factores principales que afectan la agregación de los organismos en su medio. Se sabe que tanto los factores abióticos (como temperatura y precipitación) como los factores bióticos (competencia y depredación) son importantes. La disponibilidad de alimento es uno de los factores más importantes (Ricklefs 1990).

Debido a su direccionalidad, las quebradas son buenos sistemas para probar el efecto de la disponibilidad de alimento en la agregación de organismos acuáticos. Es relativamente fácil manipular la cantidad de alimento en la columna de agua. Se conoce cuales son los organismos filtradores que dependen de partículas en la columna de agua como alimento. El objetivo de este proyecto era determinar si la cantidad de partículas en la corriente dentro de una quebrada determinaba la colonización de organismos filtradores de la familia Hydropsychidae (Trichoptera).

Materiales y métodos

Efectué este proyecto en enero del 2003 en la estación Biológica Pocosol en la reserva del Bosque Eterno de los Niños, Cordillera de Tilarán. Trabajé en una quebrada que drena la Laguna Pocosol. Utilicé tres bloques de construcción como sustratos artificiales para la colonización (39 x 19 x 12 cm, con dos cavidades). A uno de los lados de cada bloque le puse una malla metálica cubierta con dos capas de malla de mosquitero (malla de plástico con huecos de menos 1mm de lado). Puse la malla metálica en forma ovoidal de manera que no se restringiera por completo ni el acceso para insectos acuáticos ni el flujo de agua (Fig. 1). Los bloques se colocaron uno a la par del otro a lo largo de la quebrada y se dejaron por 24 horas para ser colonizados. Al final de las 24 horas colecté los insectos de los bloques con pinzas y los traje al laboratorio para identificarlos y medir el largo (hasta el mm más cercano). Cuando colecté los insectos que estaban en el bloque también escogí tres piedras al azar corriente arriba de los bloques, y colecté los insectos que habitaban en ellas.

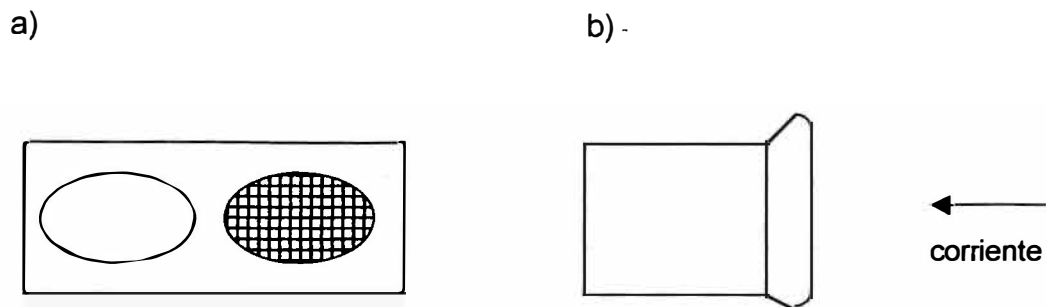


Fig. 1. Diagrama de los bloques. a) vista de frente con la malla viendo hacia la corriente. b) vista lateral con la forma ovoidal en la que puse la malla.

Resultados

En total más individuos colonizaron el lado sin malla (promedio 15 individuos) que el lado con malla (promedio 6 individuos) ($t = -4.5$, $gl = 2$, $p = 0.046$) (Fig. 2). Excepto dos individuos de Simuliidae (Diptera) que colonizaron un lado sin malla, todos los demás organismos fueron Hydropsichidae (Trichoptera). Los organismos que colonizaron ambos lados de los bloques eran de tamaños similares que los Hydropsichidos en las piedras corriente arriba (Fig. 2)

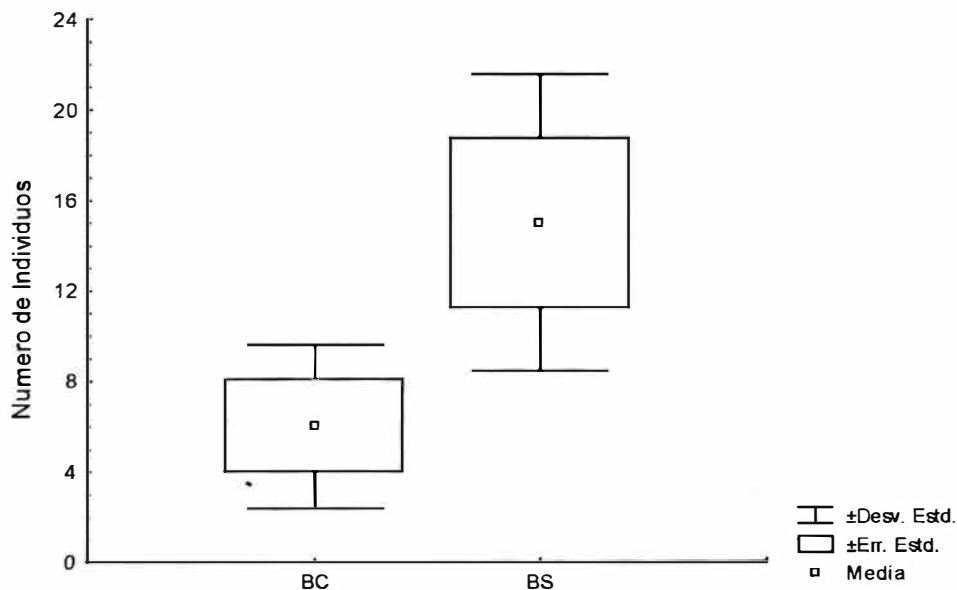


Fig. 2. Promedio de tricópteros en tres bloques de concreto. En cada bloque un lado tenía una malla (BC) y el otro no (BS).

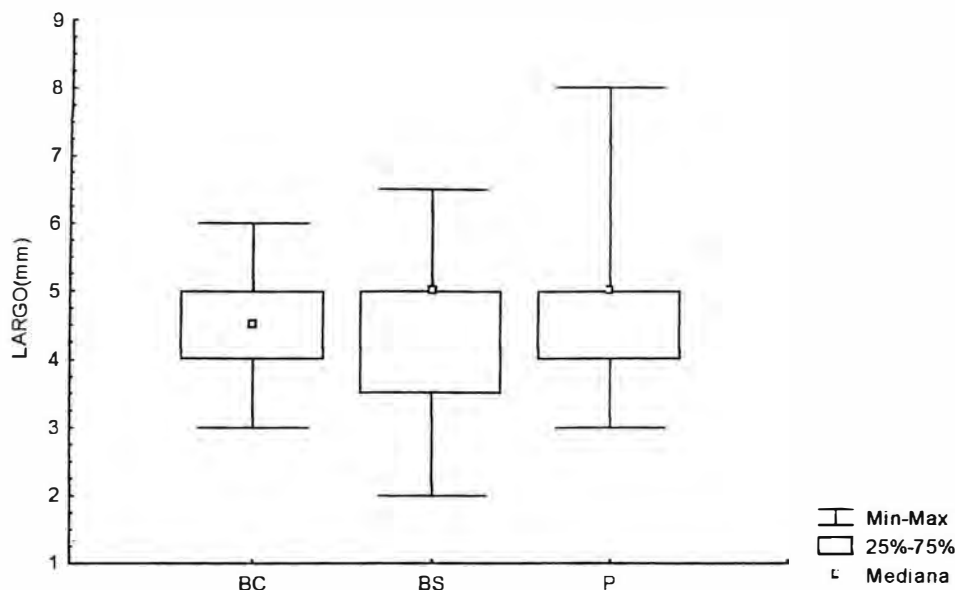


Fig. 3. Largo de tricópteros (en mm) en lado del bloque con malla (BC), sin malla (BS) y en piedras (P).

Discusión

En un muestreo previo de esta quebrada, encontramos gran abundancia de tricópteros (Ardón et al. 2003). Como esta quebrada esta drenando la Laguna Pocosol, supusimos que tal vez había una gran cantidad de partículas (algas, detritus, y hojas) que podrían servir de alimento para los tricópteros. De ser así uno esperaría que si es la cantidad de alimento el factor mas importante en determinar la abundancia de tricópteros, si uno la manipula el alimento se vería un cambio en la abundancia y composición de los insectos. Los resultados de este experimento apoyan esta hipótesis, ya que al alterar la cantidad de comida en la corriente disminuyó la colonización por parte de los insectos (Fig. 1). Asumo que las mallas redujeron la cantidad de comida y por ende los Hydropsichidae colonizaron más el lado sin malla.

Existe el problema que el tratamiento de la malla también pudo afectar la velocidad del agua y el acceso para los tricópteros. Considero que el problema del acceso no es tan serio, porque observé a los tricópteros caminar corriente arriba en los bloques. Es decir que los tricópteros pueden caer en cualquier lugar del bloque y caminar hasta encontrar un sitio adecuado. En las piedras observé que había una agregación de individuos en los bordes de las piedras, es decir lugares donde la corriente es más rápida. Esto sugeriría que los tricópteros prefieren lugares de mayor velocidad. Es decir que los tricópteros pudieron posicionarse del lado sin malla simplemente por que había una mayor velocidad, como no medí la velocidad en los dos lados no puedo separar este efecto. Como velocidad del agua y cantidad de partículas por unidad de tiempo están íntimamente relacionados, es difícil hacer manipulaciones de solo una de estas variables en el campo. Por el diseño de la malla puedo asumir que reduje en mayor proporción la cantidad de partículas en el agua que la velocidad de agua, así que puedo asumir que la cantidad de alimento fue el mayor factor determinando la reducción en colonización.

Debido a que son filtradores y que tienen la capacidad de tejer redes de seda para colectar comida a la deriva, los Hydropsichidae son de los pocos insectos acuáticos en los que se han observado interacciones negativas por competencia (Hemphill 1988). Se ha observado que los estadios mayores tienden a posicionarse en sitios con una mayor cantidad de partículas en la columna de agua, y que defienden estos territorios (Hemphill y Cooper 1983). Por esto yo esperaba encontrar individuos mas largos en el lado sin malla, pero no hubo ninguna diferencia en los tamaños de los insectos en los bloques (con y sin malla) y las piedras (Fig. 2). Como las piedras estaban quebrada arriba, los rangos de tamaños sugieren que las piedras eran las fuentes de insectos que colonizaron los bloques. Si el experimento se corriera por más tiempo tal vez se podrían empezar a ver interacciones competitivas y tal vez si habría una diferencia en cuanto a los tamaños. Mis datos prueban que la disponibilidad de comida disminuye la colonización de Hydropsichidae en una quebrada drenando una laguna.

Literatura citada

- Ardón, M., R. Fariña, J. Forero-Montaña, L. Gonzalez, J. Ramirez, y W. Flowers. 2003. Evaluación de tres índices de biomonitoreo en quebradas de un bosque húmedo. OET este volumen
- Hemphill, N. and S.D. Cooper. 1983. The effects of physical disturbance on the relative abundances of two filter-feeding insects in a small stream. *Oecologia*. 58: 378-382.
- Hemphill, N. 1988. Competition between two stream dwelling filter-feeders, *Hydropsyche oslari* and *Simulium virgatum*. *Oecologia*. 77: 73-80.
- Ricklefs, J. 1990. *Ecology*. W.H. Freeman and Company, New York, NY.

SELECCIÓN DE INDIVIDUOS DE *PENTAGONIA DONNELL-SMITHII* (RUBIACEAE) PARA TIENDAS DE MURCIÉLAGOS: ALTURA Y COBERTURA

Irene Zager Fernández

Resumen. Entre los posibles refugios o perchas utilizados por los murciélagos se incluyen estructuras conocidas como “tiendas”, que son producto de las modificaciones realizadas por estos animales al follaje de distintas especies vegetales. Sin embargo, no todas las plantas ni todas las hojas parecen ser adecuadas para la construcción de este tipo de refugios. En este trabajo estudié la preferencia de los murciélagos por ciertos individuos de *Pentagonia donnell-smithii* de acuerdo a su altura y grado de cobertura para la construcción de tiendas en la Estación de Campo Poco Sol. Para ello trabajé en 8 parcelas de 10m x 10m a lo largo de 340 m de uno de los senderos. Encontré un total de 70 plantas de *Pentagonia*, de las cuales sólo 13 presentaban tiendas de murciélagos. Los resultados indican que los murciélagos (probablemente de la especie *Artibeus watsoni*) están prefiriendo plantas de alturas intermedias (entre 2 y 4 m de altura) con niveles intermedios de cobertura. Esto podría estar relacionado con una reducción del riesgo de depredación y con la facilidad de movimiento desde y hacia la percha.

Palabras Clave: altura y cobertura de plantas, dormitorios, hojas modificadas, tiendas de murciélagos.

Introducción

La gran diversidad característica del orden Chiroptera se ve representada no sólo en su gran número de especies, sino en las amplias variaciones ecológicas que estas engloban. Esto incluye la utilización de refugios muy diferentes dependiendo de la especie y de la localidad, entre los que se encuentran cuevas, cavidades en troncos huecos, hojas jóvenes cerradas e incluso perchas construidas en las hojas (Medellín *et al.* 2000). Este último tipo de refugios ha despertado gran interés desde hace varios años, a pesar de lo cual aun es mucho lo que se desconoce sobre su construcción y la forma en que son utilizadas por los murciélagos (Kunz *et al.* 1994).

Hasta ahora se sabe que al menos 15 especies de murciélagos neotropicales y 3 especies de murciélagos paleotropicales modifican las hojas en “tiendas” para usarlas como refugios (Kunz *et al.* 1994). Generalmente se cree que la mayoría de estas tiendas son formadas cuando los murciélagos muerden parcialmente las venas de hojas, peciolo o tallos. Típicamente, las hojas y peciolo modificados, o sus partes, colapsan a lo largo de la línea o líneas de las venas debilitadas, formando un espacio semicerrado el cual uno o varios murciélagos pueden usar como refugio (Brooke 1990, Findley 1993, Kunz *et al.* 1994).

Para la construcción de estas tiendas se ha reportado que los murciélagos pueden utilizar hasta 80 especies vegetales diferentes. Entre ellas se incluye la Rubiaceae *Pentagonia donnell-smithii*, en la cual se han observado varias tiendas de murciélagos en distintas localidades dentro de Costa Rica (Brooke 1990, Kunz *et al.* 1994).

En general, son muchos los factores que pueden estar influyendo en la selección y modo de utilización de un determinado tipo de percha por los murciélagos, entre los que se incluyen demandas fisiológicas de los individuos, presiones de depredación, comportamientos sociales o simplemente, la morfología de la especie. En algunos casos, los requerimientos de perchas pueden llegar a ser tan específicos que la ausencia de perchas adecuadas excluye la ocurrencia de la especie en un área determinada (Findley 1993).

Teniendo lo anterior en consideración, me propuse evaluar si existía algún tipo de selección por parte de los murciélagos en cuanto a la altura y grado de cobertura de las plantas de *Pentagonia* en las que construían sus tiendas. Estas variables podrían estar asociadas a variaciones en cuanto a la accesibilidad de las tiendas y al riesgo de depredación asociado a ellas, por lo que podrían estar influyendo en la preferencia por plantas de determinadas características. En este sentido, esperaba encontrar dentro del área de estudio que el mayor número de tiendas de murciélagos hubiesen sido construidas en plantas de *Pentagonia* de alturas y coberturas intermedias.

Metodología

Realicé este estudio el 31 de enero del 2003 en la Estación de Campo Poco Sol, ubicada en la vertiente caribeña de la cordillera de Tilarán, Provincia de Alajuela, Costa Rica. Esta estación está ubicada a 720 msnm, presentando una precipitación anual de 4.000 a 4.500 mm y una temperatura de 17 a 20°C. El tipo de vegetación predominante es bosque muy húmedo premontano bajo (Clark *et al.* 2000).

Establecí 8 parcelas de muestreo de 10m x 10 m a lo largo del sendero Zamia, abarcando una extensión de 340 m. Dentro del mismo se sabía que existe un parche de vegetación de *Pentagonia donnell-smithii*. La ubicación de las parcelas fue seleccionada de modo que en cada una hubiese al menos una planta de *Pentagonia* con una tienda de murciélagos, la cual constituía una de las esquinas de la cuadrícula.

En cada parcela registré para todos los individuos de *Pentagonia* de una altura mayor de 1 m: la altura, el DAP, la posición dentro de la parcela y la presencia de tiendas (número y altura). Además, establecí una medida cualitativa del grado de cobertura de cada planta, asignándolas a uno de tres niveles: Alta, Intermedia y Baja. Adicionalmente, registré el número de ramas principales y secundarias de cada individuo.

Finalmente, deseaba evaluar si existía algún tipo de agregación espacial de las plantas de *Pentagonia* dentro del parche estudiado, lo cual podría estar influyendo sobre la disposición espacial de las tiendas de murciélagos. Para ello, elaboré los mapas de distribución de las plantas de *Pentagonia*, con y sin tiendas, dentro de cada parcela y para cada una calculé la ubicación promedio de las plantas (X_p , Y_p) así como una medida de agrupación calculada en base a la siguiente fórmula (G. Barrantes *com. pers.*):

$$V = \frac{\sum v_i}{N}, \text{ donde } i \text{ corresponde al número de la parcela y}$$

$$v_i = |(X_p - X_i)| + |(Y_p - Y_i)|$$

Mientras menor sea el valor de este índice, mayor será el agrupamiento de los individuos dentro de una parcela.

Resultados

Encontré en total 70 plantas de *Pentagonia donnell-smithii*, entre las cuales 10 tenían una tienda de murciélagos y 3 presentaban dos tiendas simultáneamente, lo que significa que observé un total de 16 tiendas. Hay que destacar que ninguna de ellas estaba ocupada para el momento de la observación. Todas las tiendas observadas eran de tipo apical (Kunz *et al.* 1994).

Altura de las plantas. Los resultados indican que los murciélagos están prefiriendo plantas de cierta altura para construir sus tiendas. Más del 50% estaba entre 3.5 y 4.5 m, mientras que en las plantas sin tienda había mayor variación respecto a la varianza ($U = 235.5$, $p = 0.04$, $N_{ST} = 57$, $N_{CT} = 13$; Fig. 1).

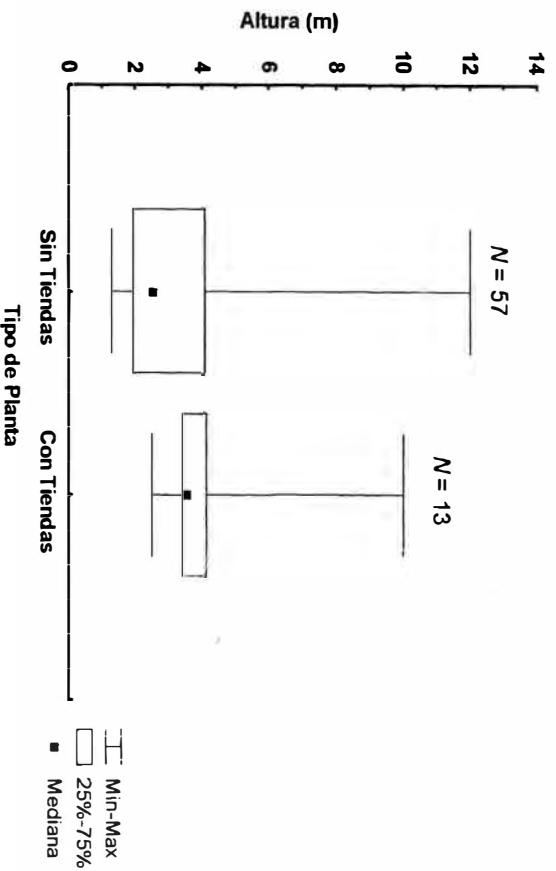


Fig. 1. Altura de las plantas de *Pentagonia donnell-smithii* encontradas a lo largo del sendero Zamia.

Cobertura de las plantas. Los murciélagos parecerían estar prefiriendo las plantas con un nivel medio de cobertura para construir sus tiendas (Fig. 2). Por el contrario, parece que los murciélagos utilizan muy poco las plantas de *Pentagonia* que están muy expuestas o demasiado cubiertas.

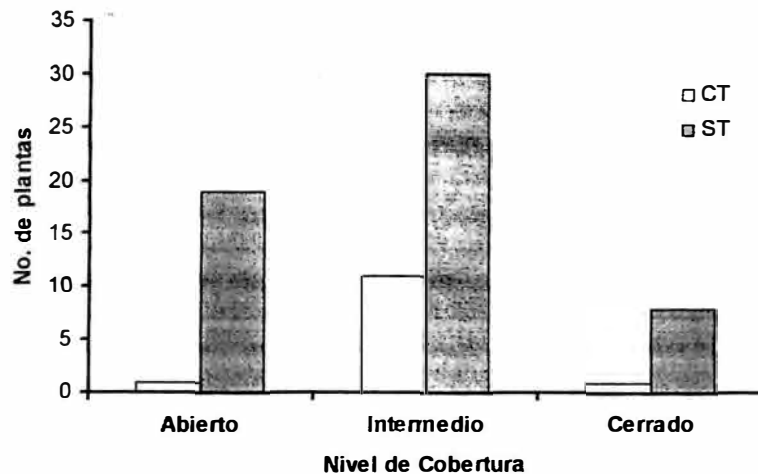


Fig. 2.- Número de plantas de *Pentagonia donnell-smithii* encontradas por nivel de cobertura en el sotobosque. CT: plantas con tienda de murciélagos, ST: plantas sin tienda de murciélagos.

Al trabajar con una medida más objetiva de la cobertura (No. de ramas principales y secundarias por planta), se observa una tendencia a que los murciélagos seleccionen plantas con cobertura intermedia para fabricar sus tiendas ($U = 250.5$, $p = 0.07$, $N_{ST} = 57$, $N_{CT} = 13$; Fig. 3)

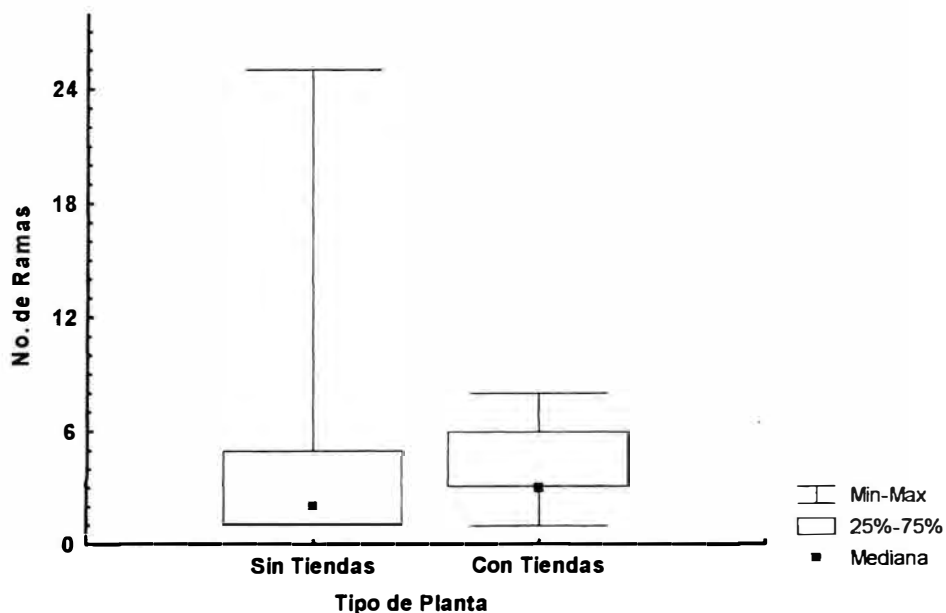


Fig. 3.- Número de ramas (principales y secundarias) de las plantas de *Pentagonia donnell-smithii* encontradas en las parcelas de estudio.

Distribución espacial de las plantas. Los resultados de la disposición espacial de las plantas de *Pentagonia* y de las tiendas de murciélagos se presentan en la Figura 4.

Como puede verse, no parece haber un patrón de agregamiento de las plantas o de las tiendas dentro de las parcelas, siendo el valor del índice de agrupamiento utilizado (V) similar para todas las parcelas, con excepción de la parcela VII en la cual sólo se encontró una *Pentagonia*.

Discusión

Los resultados indican que los murciélagos parecen elegir plantas de alturas intermedias (entre 2 y 4 m) para construir sus tiendas. Un resultado similar fue reportado por Kunz y McCracken (1996), quienes encontraron que en Trinidad la mayoría de las palmas en las que se encontraron tiendas de murciélagos estaban a menos de 4 m de altura, y estaban ubicadas en el sotobosque (1.8 a 4.15 m). Esta preferencia por un determinado rango de alturas podría estar relacionado con una reducción del riesgo de depredación, tanto por parte de los depredadores terrestres como de los voladores (Kunz *et al.* 1994).

Igualmente, el grado de cobertura a nivel del sotobosque de las plantas de *Pentagonia* parece ser un factor determinante para la construcción de tiendas, notándose cierta preferencia por las plantas de cobertura intermedia. Esto podría estar relacionado con el hecho de que los murciélagos seleccionan plantas que les brinden un cierto grado de protección (tanto contra las condiciones climáticas como contra los depredadores), pero que a su vez les permitan la suficiente movilidad para entrar y salir de la tienda, así como facilidad para ubicar el refugio.

Así, a pesar de que las hojas parecieran ser un recurso abundante, no todas las plantas de *P. donnell-smithii* del bosque son igualmente adecuadas para la construcción de tiendas para ser utilizadas como refugios o perchas por parte de los murciélagos. De hecho, de las 70 plantas de *P. donnell-smithii* evaluadas, sólo 12 presentan simultáneamente las características aparentemente “óptimas” de una altura entre 2 y 4 m, y de 3 a 5 ramificaciones. En este sentido, el follaje que es modificado para construir tiendas de descanso o comederos, así como las plantas en las que éste se ubica, constituirían un refugio crítico y defendible para estos animales (Kunz y McCracken 1996).

Por último, aunque ha sido reportado que las tiendas de murciélagos generalmente se encuentran agregadas, tanto dentro de una misma planta si la morfología foliar y la edad son apropiadas, como dentro de áreas restringidas (Timm 1987) esto no se reflejó claramente en los resultados de distribución espacial dentro de cada parcela. Sin embargo, podría tratarse de un problema de escala. Probablemente, al trabajar a una escala mayor que abarque toda la extensión del parche de *Pentagonia* y no sólo las parcelas muestreadas sí encontraríamos un efecto de agregamiento tanto de las plantas como de las tiendas. De hecho, el sitio de muestreo correspondió con un “parche” donde esta especie vegetal era muy abundante, cosa que no ocurría a todo lo largo del sendero.

En cuanto a la agregación de las tiendas podríamos especular que en caso de observarse podría estar relacionada con dos factores principales. En primer lugar, la disponibilidad de recursos alimenticios cercanos influiría en que las tiendas estuviesen distribuidas muy cercanas entre sí. Por otra parte, se ha planteado que las tiendas son utilizadas por varias especies de murciélagos poliginicos que construyen varias tiendas cercanas para atraer a las hembras (Kunz y McCracken 1996), lo cual resultaría en la construcción de varias tiendas cercanas por un mismo individuo.

Las tiendas en las plantas de *Pentagonia* en Poco Sol podrían estar siendo construidas por alguna de las siguientes especies de stenodermatinos: *Artibeus toltecus*, *Artibeus watsoni* o *Vampyressa pusilla* (Timm y Mortimer 1976; Timm 1987; Brooke 1990; Kunz y McCracken 1996 Timm y LaVal 2000). De ellas, sólo *A. watsoni* fue capturado durante el período de muestreo en mallas de neblina colocadas a lo largo del sendero donde se ubicaron las parcelas (B. Rodríguez *com. pers.*). Esta especie sólo ha sido encontrada asociada a perchas del follaje, y puede utilizar una amplia variedad de plantas y tipos de hojas, habiéndose reportado al menos 4 tipos de tiendas diferentes utilizadas por sus individuos: apical, palmada, bífida y de bote (Timm 1987, LaVal y Rodríguez 2002).

Referencias

- Brooke, A. P. 1990. Tent selection, roosting ecology and social organization of the tent-making bat, *Ectophylla alba*, in Costa Rica. *J. Zool., Lond.* 22, 11-19.
- Clark K. L., R. O. Lawton y P. R. Butler. 2000. The physycal environment. En: N. M. Nadkarni y N. T. Wheelwright. Monteverde. Ecology and conservation of a tropical cloud forest. Oxford University Press, N. Y.
- Findley, J. S. 1993. Bats: a community perspective. Cambridge University press, U. K.
- Kunz T.H., M. S. Fujita, A. P. Brooke y G. F. McCracken. 1994. Convergence in tent architecture and tent-making behavior among neotropical and paleotropical bats. *J. Mamm. Evol.* 2, 57-78.
- Kunz T. H. y G. F. McCracken. 1996. Tents and harems: apparent defence of foliage roosts by tent-making bats. *J. Trop. Ecol.* 12: 121-137.
- LaVal, R. K. y B. Rodríguez-H. 2002. Murciélagos de Costa Rica. Bats. INBio, Costa Rica.
- Medellín R. A., Equihua M. y M. A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests. *Conserv. Biol.* 14, 1666-1675.
- Timm R. M. 1987. Tent construction by bats of the genera *Artibeus* and *Uroderma*. *Fieldiana Zool. (New Ser).* 9: 187-212.
- Timm R.M. y R. K. LaVal. 2000. Appendix 10. Mammals of Monteverde. En: Monteverde ecology and conservation of a tropical cloud forest. Nadkarni, N.M. & Wheelwright N.T. (Ed.) Oxford University Press.
- Timm R.M. y J. Mortimer. 1976. Selection of roost sites by honduran white bats, *Ectophylla alba* (Chiroptera: Phyllostomatidae). *Ecology* 57: 385-389.

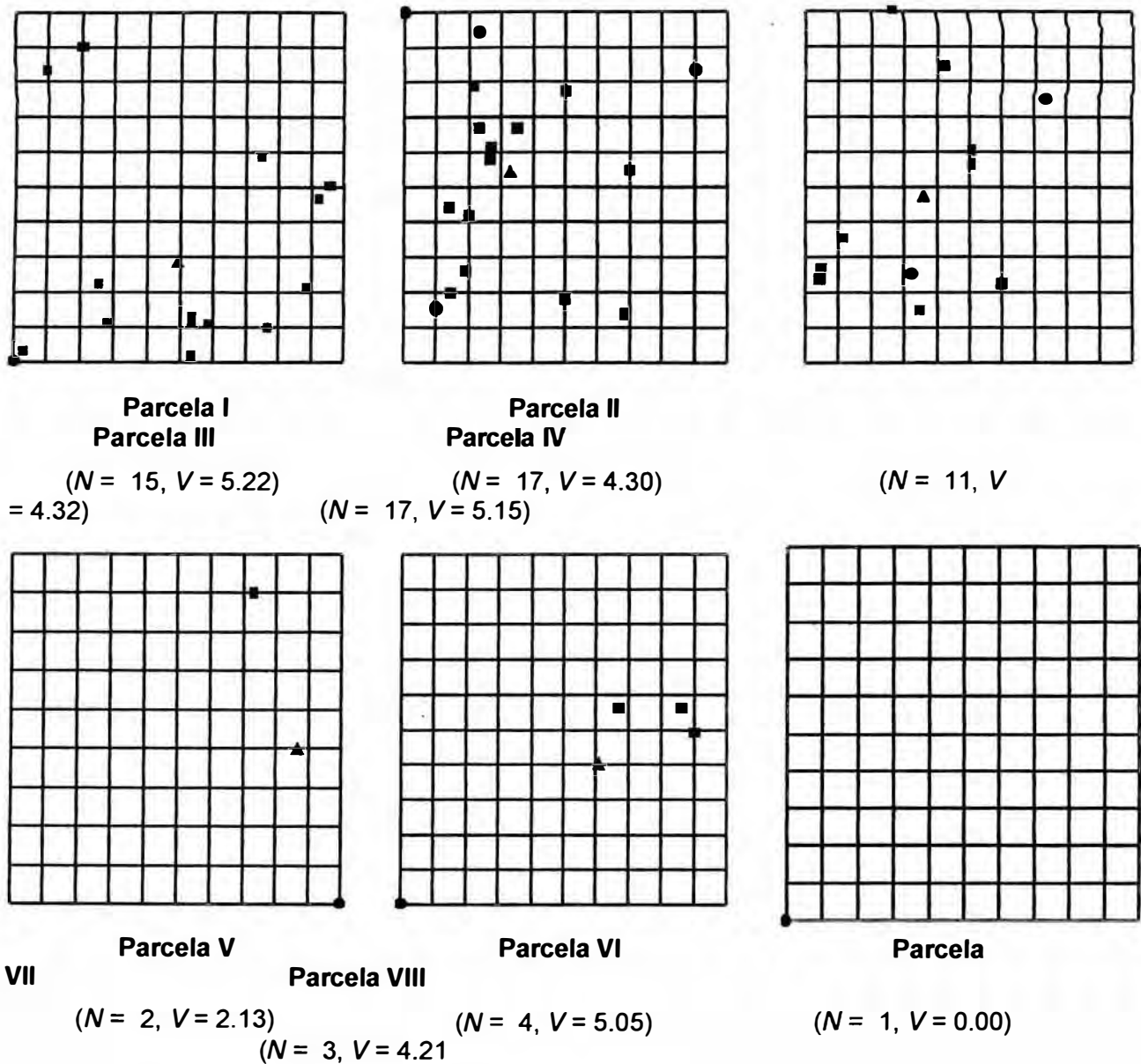


Fig. 4.- Distribución de las plantas de *Pentagonia donnell-smithii* dentro de las parcelas de estudio. Cada cuadrícula tiene 1 m de lado (10 x 10 m en total). Los cuadrados (■) corresponden a las plantas de *Pentagonia* sin tiendas de murciélagos, mientras que los círculos (●) corresponden a las plantas que sí presentaban tiendas. Los triángulos (▲) señalan la ubicación promedio de las plantas de cada parcela. Para cada parcela se indica el número de plantas de *Pentagonia* encontradas (*N*) y el valor de la medida de agrupamiento (*V*) calculada.

HOJAS COMO RECURSO LIMITANTE? UN CASO DE TIENDAS DE MURCIÉLAGOS

Xyomara Carretero Pinzón

Resumen. Estudié la distribución de las plantas usadas por los murciélagos para construir tiendas, que son definidas como hojas modificadas por pequeños cortes generalmente cerca a la base de la nervadura principal, que varían dependiendo de la especie de planta en la cual construyan la tienda. Realicé 12 parcelas de 10 x 10 m para determinar la distribución de las plantas comúnmente usadas para construir tiendas en la Estación Biológica Pocosol. Las especies tomadas en cuenta fueron *Pentagonia* sp., *Carludovica* sp., *Heliconia* sp., *Anthurium* sp., *Phyllodendron* sp. y palmas. Encontré que *Pentagonia* sp. y *Carludovica* sp. son especies preferidas por los murciélagos constructores de tiendas y se encuentran distribuidas en forma agregada. Mientras que, *Anthurium* sp. y *Heliconia* sp. están distribuidas aleatoriamente. *Phyllodendron* sp. presenta una distribución agregada, pero dentro del muestreo no presento tiendas, posiblemente por las características de dureza de la hoja. Las palmas se encontraron distribuidas en forma agregada pero no fueron muy utilizadas para la construcción de tiendas. Debido a estas características se concluye que las hojas adecuadas y preferidas para la construcción de tiendas son un recurso limitante para los murciélagos neotropicales que las usan como refugio durante el día, como sitios de alimentación durante la noche, y se relacionan con el sistema de parejas de algunas especies.

Palabras Clave: *Pentagonia* sp., *Carludovica* sp., murciélagos neotropicales, tiendas.

Introducción

Los murciélagos neotropicales, pertenecientes a la familia Phyllostomidae, presentan una variedad de sitios de percha o dormitorios para permanecer durante el día, como árboles huecos, troncos inclinados, cuevas y hojas modificadas o tiendas (B. Rodríguez-H. *com. pers.*). Dentro de esta familia existen 15 especies que han sido reportadas como constructoras de tiendas, usando hojas de más de 80 especies de plantas vasculares (Kunz *et al.* 1996). Las tiendas pueden definirse como hojas modificadas por pequeños cortes generalmente cerca a la base de la nervadura principal, que varían dependiendo de la especie de planta en la cual construyan la tienda. Para algunos murciélagos se ha reportado la escogencia de las hojas para la construcción de las tiendas con base al tamaño de la hoja (Brooke 1990), que varía según la especie, el ángulo de inserción del peciolo (Kunz & McCracken 1996), la cantidad de murciélagos que puedan percharse. La abundancia y distribución de las especies que utilicen para hacerlas (Timm & Mortimer 1976, Brooke 1990).

Dentro de las especies pertenecientes a esta familia reportadas para la Estación Biológica de Pocosol se encuentran *Artibeus toltecus*, que construye tiendas en plantas de la familia Araceae; *A. watsoni*, que las construye en plantas de *Pentagonia* sp. (Rubiaceae) y *Carludovica* sp. (Cyclanthaceae); *Vampyressa pusilla*, en *Pentagonia* sp. (Rubiaceae) y en aráceas (*Phyllodendro* sp. y *Anthurium* sp.) y *Ectophylla alba* en heliconias (Timm & Mortimer 1976; Timm 1987; Brooke 1990; Kunz & McCracken 1996; Timm & LaVal 2000). Solo algunas hojas pueden ser modificadas para hacer tiendas, por lo cual dichas hojas serían un recurso limitante (Kunz *et al.* 1996) en cantidad y distribución en el espacio. Para este sitio se han visto tiendas en *Phyllodendron* sp. y *Anthurium* sp. (Araceae), *Carludovica* sp. (Cyclanthaceae), *Heliconia* sp. (Heliconiaceae), *Pentagonia* sp. (Rubiaceae) y algunas especies de palmas (obs. pers.).

Debido a que todas las hojas presentes en un bosque no son apropiadas para la construcción de tiendas, las hojas apropiadas podrían ser un recurso limitante. Propongo que la abundancia de plantas adecuadas para hacer tiendas será determinante en la cantidad de tiendas construidas. Esperaba encontrar 1) que donde hubiera más plantas adecuadas habría más tiendas construidas, 2) que dentro de las especies adecuadas habría más tiendas en la especie más abundante.

Métodos

En 12 cuadrículas de 10 x 10 m ubicadas a lo largo del sendero Zamia, registré el número de individuos de *Pentagonia* sp., *Anthurium* sp., *Phyllodendron* sp., *Carludovica* sp., *Heliconia* sp. y palmas presentes teniendo como criterio de escogencia que tuvieran hojas >50 cm, según lo encontrado por Brooke (1990). Y una altura entre 1-7m (Brooke 1990 & Zager *et al.* 1003). Además se registró el número de tiendas encontradas, la especie donde se encontró, la altura y la cobertura de la misma. Está última fue una medida subjetiva de que tanta sombra había sobre la tienda. La ubicación de las cuadrículas la determine dependiendo de la dificultad para caminar y establecer una cuadrícula (riesgo para la investigadora). Estas parcelas trataron de ser hechas alternadamente, a la derecha e izquierda de dicho sendero y tratando de que la distancia entre las cuadrículas fuera de 50 m, en lo posible.

Los datos fueron analizados mediante la transformación de un índice de agregación que se basa en la probabilidad de que el recurso se encuentre agregado o no, basado en la varianza y el promedio (Krebs 1989).

Resultados

La distribución de *Pentagonia* sp., *Carludovica* sp., *Phyllodendron* sp. y las palmas se encuentra agregada, especialmente *Carludovica* sp., especie de la cual solo se encontró un individuo. Para *Anthurium* sp. y *Heliconia* sp. la distribución fue aleatoria (Cuadro 1) (Anexo 1).

Existe una preferencia (o mayor número), por hacer tiendas en *Pentagonia* sp. y *Carludovica* sp., encontrando una mayor cantidad de tiendas en *Pentagonia* sp. respecto al resto de las especies estudiadas (Fig. 1).

Cuadro 1. Valores de la transformación a X^2 del índice de distribución (Krebs 1989) y la probabilidad. El grado de libertad de todos fue de 11.

	Anthurium	Phyllodendron	Heliconia	Pentagonia	Carludovica	Palmas
X^2	19.26	22.55	6.82	53.68	1464.5	24.75
P	0.056	0.02	0.81	1.3×10^{-7}	0.009	$P < 0.01$

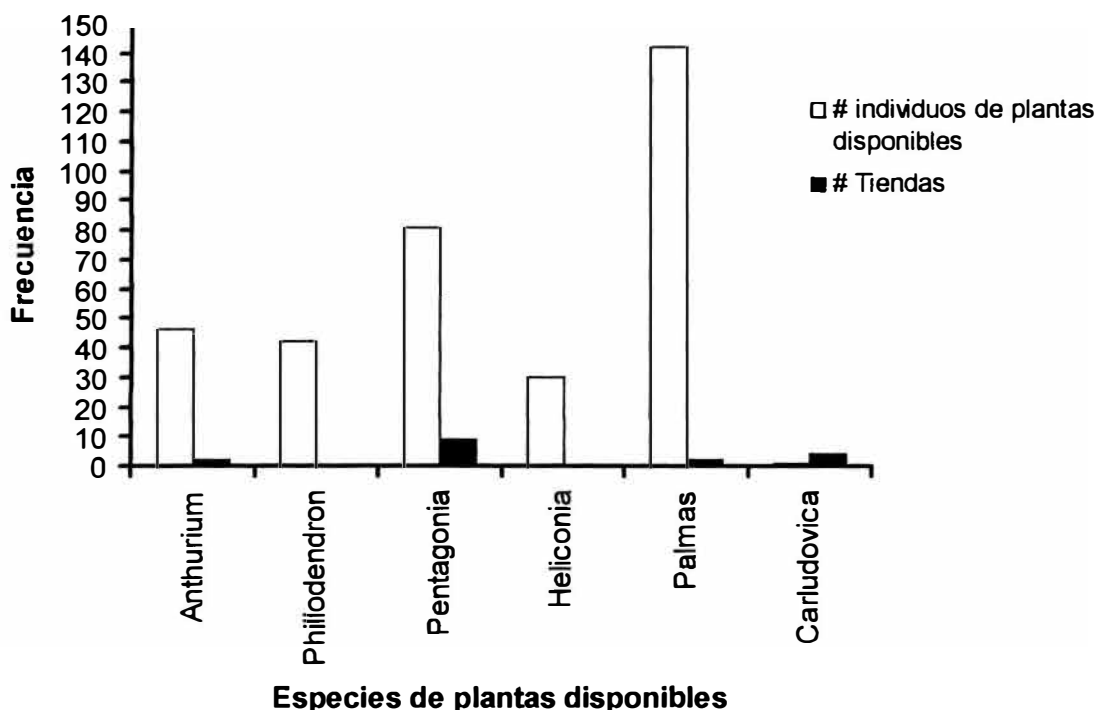


Fig. 1. Frecuencia de individuos de plantas disponibles para construir tiendas y # de tiendas observadas para cada especie.

Discusión

Especies como *Pentagonia* sp. y *Carludovica* sp. que presentaron una distribución agregada y fueron en las que más se encontraron tiendas, parecen tener características que las definirían como un recurso limitante para la construcción de tiendas. Para *Pentagonia* sp, una de las especies más abundantes, las características que están limitando la construcción de tiendas son el tamaño de las hojas (Zager *et al.* 2003) y la altura de las plantas utilizadas, 2-4 mt (Zager 2003).

Carludovica sp. parece estar siendo altamente preferida sobre las demás especies posiblemente por la consistencia y dureza de sus hojas (Kunz *et al.* 1994), aunque sólo se encontró un individuo en todo el muestreo. Sin embargo se necesitan más estudios para poder asegurar esto.

Se ha reportado anteriormente que para *Ectophylla alba*, un filostómido especializado en hacer tiendas en distintas especies del género *Heliconia*, parece haber una preferencia por hacer tiendas en parches grandes y con hojas de gran tamaño (Timm & Mortimer 1976; Brooke 1990). Esto explicaría porque no están usando las heliconias (distribución aleatoria), ya que esta especie de murciélago las prefiere agrupadas y no aisladas como ocurre en Pocosal.

Las Palmas son un recurso agregado pero no muy utilizado por los murciélagos para construir tiendas, solo 2 casos para este estudio, aunque han sido reportadas en otros trabajos y para varias especies de murciélagos como *Uroderma bilobatum* y *Artibeus jamaicensis*, presentes en Pocosal (Timm 1987; Kunz & McCracken 1996). Esto puede deberse a que al estar disponibles las hojas de otras plantas como *Pentagonia* sp. y *Carludovica* sp., con alturas y tamaños de hojas apropiados para construir tiendas, a pesar de su distribución y características intrínsecas, como dureza y

resistencia a la pérdida de turgencia (G. Barrantes *com. pers.*). Estas últimas, características que no son mostradas por las especies de Araceas tomadas para este estudio, como *Anthurium* sp., con distribución aleatoria, y *Philodendron* sp., con distribución agregada (G. Barrantes y B. Rodríguez-H *com. pers.*). Dichas especies se encuentran aleatoriamente distribuidas y esta es otra posible razón de porque no están siendo usadas para construir tiendas.

Debido a estas características se concluye que las hojas adecuadas y preferidas para la construcción de tiendas son un recurso limitante para los murciélagos neotropicales que las usan como refugio durante el día, como sitios de alimentación durante la noche, y se relacionan con el sistema de parejas de algunas especies (Kunz & McCracken 1996).

Referencias

- Brooke A.P. 1990. Tent selection, roosting ecology and social organization of the tent – making bat, *Ectophylla alba*, in Costa Rica. The Zoological Society of London. 221: 11-19.
- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper & Row, Publishers. Cambridge.
- Kunz T.H. & McCracken G.F. 1996. Tents and harems: apparent defence of foliage roosts by tent-making bats. *Journal of tropical Ecology* 12: 121-137.
- Kunz, T.H.; Fujita, M.S.; Brooke A.P. & McCracken F. 1996. Convergence in tent architecture and tent-making behavior among neotropical and paleotropical bats. *Journal of Tropical Ecology* 12: 121-137.
- Timm R.M. 1987. Tent construction by bats of the genera *Artibeus* y *Uroderma*. *Fieldiana: zoology*. Pp 187- 212.
- Timm R.M. & LaVal R.K. 2000. Appendix 10. Mammals of Monteverde. En: Monteverde ecology and conservation of a tropical cloud forest. Nadkarni, N.M. & Wheelwright N.T. (Ed.) Oxford University Press.
- Timm R.M. & Mortimer J. 1976. Selection of roost sites by honduran white bats, *Ectophylla alba* (Chiroptera: Phyllostomatidae). *Ecology* 57: 385-389.
- Zager, I. 2003. Selección de individuos de *Pentagonia donnell-smithii* (Rubiaceae) para tiendas de murciélagos: altura y cobertura. En este volumen.
- Zager, I. Carretero A., Lopes L., Villareal J.C. , Colorado, G. Chavéz J. & B. Rodríguez-H. 2003. En este volumen.

Anexo 1. Distribución espacial de las parcelas, número de tiendas y número de individuos de *Pentagonia* sp. y *Carludova* sp.

1 Tienda <i>Pentagonia</i> sp. 1 <i>Carludovica</i> sp. 1	C11 55 mt		
0 Tiendas <i>Pentagonia</i> sp. 3 <i>Carludovica</i> sp.	C9 240 mt		
0 Tiendas <i>Pentagonia</i> sp. 3 <i>Carludovica</i> sp.	C7 325 mt		
SENDERO ZAMIA			
1 Tienda C12 <i>Anthurium</i> sp. 0 0 mt <i>Pentagonia</i> sp. 1 <i>Carludovica</i> sp. 0			
0 Tiendas C10 <i>Pentagonia</i> sp. 2 145 mt <i>Carludovica</i> sp. 0			
0 Tiendas C8 <i>Pentagonia</i> sp. 3 270 mt <i>Carludovica</i> sp.			
0 Tiendas C6 <i>Pentagonia</i> sp. 3 405 mt <i>Carludovica</i> sp.			
0 Tiendas C5 <i>Pentagonia</i> sp. 3 545 mt <i>Carludovica</i> sp.			
0 Tiendas C4 <i>Pentagonia</i> sp. 3 600 mt <i>Carludovica</i> sp.			
0 Tiendas C3 <i>Pentagonia</i> sp. 3 630 mt 0 Tiendas C1 <i>Pentagonia</i> sp. 3 <i>Carludovica</i> sp.			
0 Tiendas C2 <i>Pentagonia</i> sp. 3 650 mt <i>Carludovica</i> sp.			
0 Tiendas C1 <i>Pentagonia</i> sp. 3 690 mt <i>Carludovica</i> sp.			

EFFECTO DE GRUPO EN LA ACTIVIDAD DE CANTO DE *RANA VAILLANTI*

Carlos César Martínez Rivera

Resúmen: Las ranas se agregan en coros cerca de cuerpos de agua para atraer hembras al emitir señales acústicas. Estas agregaciones presentan costos y beneficios, para ambos sexos, asociados con la densidad de machos y hembras. A estas agregaciones se les considera foco para la selección sexual y la escogencia de pareja, ya que se intensifica la competencia entre machos y el esfuerzo de estos para atraer a las hembras aumenta, creando un conflicto para los machos entre los beneficios y los costos asociados a cantar agrupados. A la vez se les vé como un lugar relativamente seguro para los machos, donde pueden cantar y reducir el riesgo de ser depredados. En este trabajo investigué el efecto de las agrupaciones en la producción de señales acústicas en la rana de monte, *Rana vaillanti*.

Palabras Clave: Esfuerzo reproductivo, formación de coro, interacciones entre machos, riesgo de depredación.

Introducción

Los coros de anuros son agregaciones donde los machos cantan para atraer a las hembras. Muchas veces estos coros se forman en lugares donde se concentra algún recurso útil para ellas, lo que sugiere una serie de beneficios tras la formación de estas agregaciones, por ejemplo, casi todos los anuros cantan desde lugares donde las hembras tienen que ir a desovar (Gerhardt y Huber 2002).

Entre los beneficios propuestos de cantar agrupados, se sugiere la idea de una mayor probabilidad de atraer hembras, mayor facilidad para que las hembras puedan escoger entre varios machos y la reducción en riesgos de depredación para los machos por el efecto de dilución al estar agregados (Ryan et. al. 1981). Estas agrupaciones centradas en charcas, sirven como recurso para el desove de las hembras. Entonces un coro puede ser un sistema poligínico basado en la defensa de recurso (Emlen y Oring 1977) o un "lek" basado en recurso (Alexander 1975). En el caso de los anuros, todo depende de si los machos defienden el recurso que la hembra necesita (defensa de recurso) o si simplemente defienden el lugar en que ellos emiten las señales (lek) y ambos casos están bien documentados en varias especies (lek: *Ololygon rufbra*, Bourne 1992; defensa de recurso: *Eleutherodactylus coqui*, Narins y Capranica 1978; *Hyla ebraccata*, *H. microcephala*, *H. phlebodes*, Wells 1988).

En este estudio me enfoqué en cuando y como un macho de la rana de monte (*Rana vaillanti*), debería de producir señales acústicas en relación a los otros miembros del coro para así aumentar la probabilidad de ser escogido por una hembra y disminuir el riesgo de ser depredado.

Materiales y Metodos

Utilicé la rana de monte (*Rana vaillanti*) para este estudio porque es una rana abundante en el área de estudio. Es activa tanto de día como de noche y que tiene una estación reproductiva prolongada, donde los machos llaman esporádicamente desde la vegetación emergente, tanto para atraer hembras como para establecer límites de territorialidad (Savage 2002). La vocalización se compone de una serie de gruñidos de 20 ms cada uno, repetidos a intervalos de 2-11 segundos. Cada gruñido, (canto), tiene de 5 a 6 notas con una frecuencia dominante de 1 kHz (Greding 1972, 1976; Lee 1996).

Realizé el trabajo de campo en dos noches consecutivas (30-31 de enero) en la Laguna Pocosol, dentro de la reserva del Bosque Eterno de los Niños. Las ranas se encontraban tanto en tierra como en la laguna y cantaban desde el agua adentro de la vegetación emergente (Gramíneas) en la orilla oeste de la laguna. El acceso mas directo al coro fué por bote y era necesario para llevar a cabo la recolección de datos y los tratamientos.

Luego de localizar a los individuos dentro del coro, grabé los machos de forma individual (macho foco) junto con la agregación de vecinos que lo acompañaba. Tomé en cuenta el número de estos y su proximidad al macho foco, para determinar dos factores respecto a las estrategias de llamada. Primero quería determinar si la frecuencia de canto (esfuerzo reproductivo) de cada macho depende del número de vecinos presentes que estén cantando. Segundo, si cada macho tiene una posición definida dentro del coro, es decir, si la predictabilidad del tiempo de emisión de señales de cada individuo le permite ser detectado con mayor facilidad, o si cantan al azar.

Un vecino se cuenta como una rana cantando a menos de 2 metros del macho foco, o sea a 75 % de intensidad de sonido (Gerhardt 1998), pero para los análisis tomé en cuenta el número total de llamadas producidas por los vecinos presentes en cada grabación. Esta medida de frecuencia de llamadas en el coro se toma para obtener la competencia total percibida por el macho foco, ya que se puede subestimar la presencia de vecinos si se toma solo observaciones de campo. Luego de grabar a cada rana, pasé a simular un depredador, golpeando el agua cerca de la rana con un remo y tomando el tiempo que duró el macho foco en resumir su actividad de canto regular, asumiendo que mientras mas ranas se encuentran en la agrupación, menos tiempo pasará para que el coro comience su actividad normal, debido al efecto de dilución de grupo.

Las grabaciones fueron hechas con una grabadora análoga de dos líneas (estéreo, Optimus CTR-117) usando un micrófono condensador (Audio-Technica ATR-55 line). Para procesar los datos usé un programa de análisis de sonido de computadoras (SoundEdit 16, versión 2), donde analicé un segmento de 15 llamadas para cada individuo. Para analizar las llamadas, es necesario identificar al macho foco dentro de cada sonograma, que sería el macho representado por una llamada de mayor amplitud, ya que el macho foco es el macho mas cercano al micrófono, y por lo tanto, llega a la grabadora con una mayor amplitud relativa al compararse con los cantos de los vecinos. Para analizar el esfuerzo de canto de las llamadas, tomé dos medidas. Una medida era el número de notas promedio por llamada para cada individuo y la otra la duración promedio de una llamada para cada individuo, que son las medidas estándar sugeridas para este tipo de análisis (Gerhardt 1998). Empleé correlaciones de Spearman y análisis de varianzas para identificar las interacciones del macho foco con los vecinos dentro del coro dentro de cada tratamiento

Resultados

Grabé 21 machos foco con sus respectivos vecinos, estos incluyeron machos cantando solos, en los bordes del coro (solitarios, $n = 5$), machos cantando con menos de tres vecinos (agregaciones intermedias, $n = 10$) y machos cantando con más de cuatro vecinos (agregaciones mas densas, $n = 6$), que se encontraban hacia el centro del coro.

Como las llamadas de *R. vaillanti* se componen de notas en serie, es necesario tomar la medida de duración de las llamadas y el número de notas producidas en cada llamada para determinar si aumenta el esfuerzo de canto con la presencia de otros individuos. Encontré que el número de notas de cada llamada del macho foco depende

del número de llamadas presentes en el coro ($F = 5.07$, $p = 0.04$, $gl = 14$, Fig. 1), mientras mas llamadas son producidas en el coro, una mayor proporción de individuos producen mas notas por llamada.

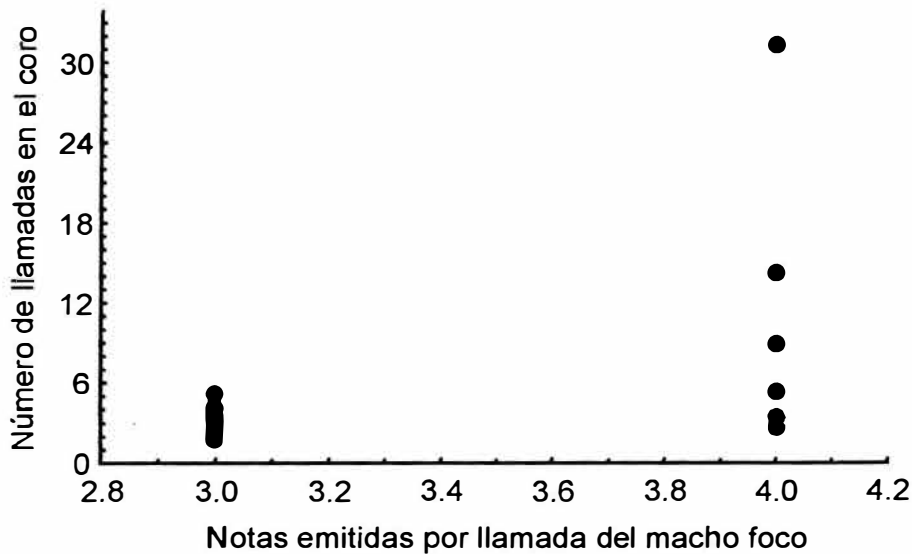


Fig 1. El número de notas (esfuerzo de canto de un macho foco dentro del coro aumenta conforme aumenta el número de llamadas emitidas por las ranas de un coro.

Igualmente la duración de la llamada de los machos aumentó conforme aumentó la frecuencia de llamadas producidas en el coro ($F = 3.77$, $p = 0.051$, $gl = 13$ Fig. 2). De esta manera, se puede ver el esfuerzo total (número de notas por llamada, duración de llamadas empleado por el macho foco al cantar).

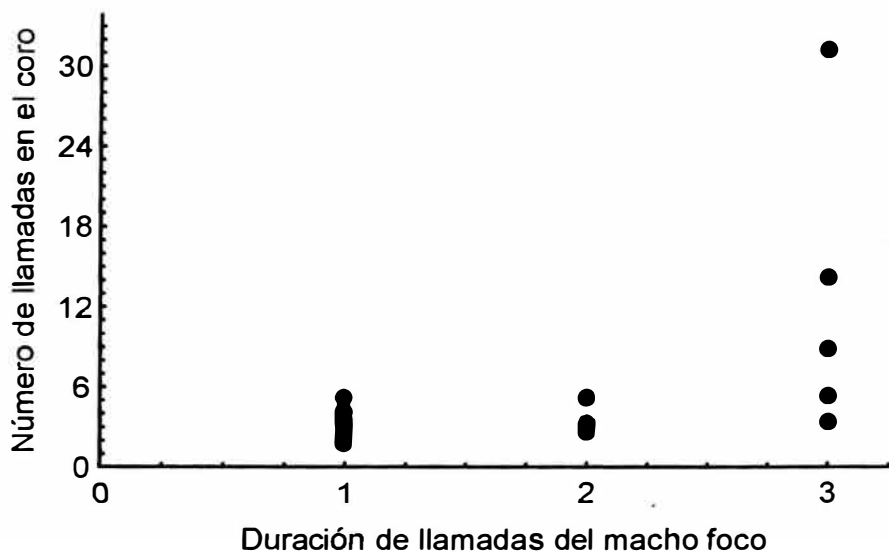


Fig 2. La duración de la llamada (esfuerzo de canto) de un macho foco dentro del coro aumenta conforme aumenta el número de llamadas emitidas por las ranas de un coro (1 < 20 ms, 2 = 20 a 30 ms, 3 > 30 ms).

La mayoría de los individuos lograron mantener su posición, o su turno para cantar, dentro del coro. De los 16 individuos con vecinos, 10 mantuvieron una posición constante de llamadas independientemente del número de vecinos presentes ($r = 0.84$, $p < 0.001$).

Al simular el depredador, todas las ranas dejaron de cantar inmediatamente, tanto los machos foco como los vecinos. Las ranas sin vecinos ($n = 5$) tardaron mas de 2 minutos en volver a cantar, o no cantaron, y las ranas con vecinos ($n = 16$) mostraron una mayor rapidez para volver a cantar ($r = -0.71$, $p = 0.02$, Fig. 3).

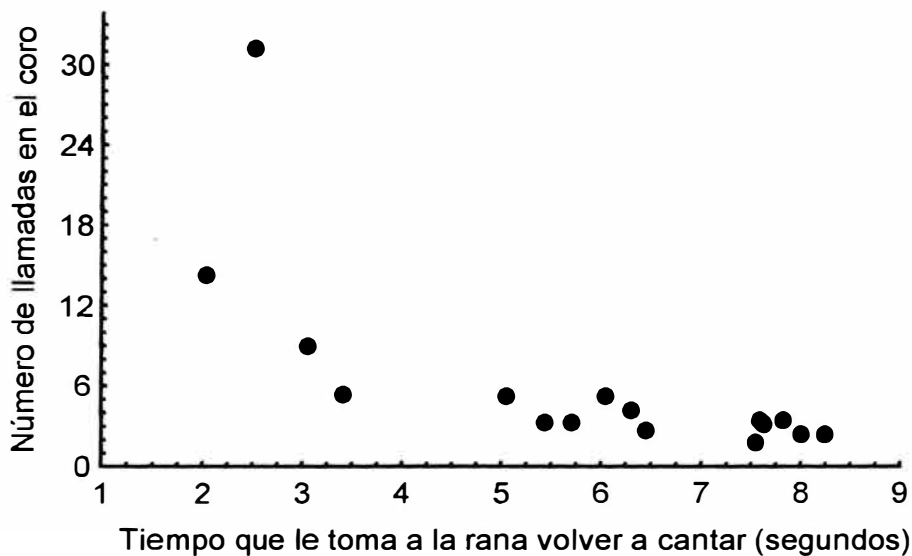


Fig. 3- El tiempo que tarda una rana en volver a cantar después de un ataque aumenta según disminuye el número de llamadas emitidas por las ranas en el coro.

Discusión

El hecho de que las ranas canten más en agregaciones más numerosas, refleja el efecto de la competencia sobre los machos. Si hay mas machos, estos tratan de cantar lo mas pronto posible para atraer a las hembras, aunque aumente el riesgo de ser detectados primero por un depredador. Estas interacciones, donde el macho puede controlar su esfuerzo por atraer a la hembra, apoya la idea de que la emisión de señales es costosa para este, ya sea a nivel energético o por riesgo de depredación, y que le debe de servir a la hembra como una señal honesta sobre de la calidad relativa del macho a la hora de elegir pareja.

Igualmente, el hecho de que, las ranas que cantan agrupadas resuman su actividad de canto mas pronto que las ranas que cantan solas, luego de la simulación de un depredador, refleja el beneficio que obtienen los machos al cantar en grupo. Una de las hipótesis propuestas para explicar la formación de coros de anuros se relaciona con la evasión de depredadores. Esta no es mutuamente excluyente de la de mayor atracción de hembras y se basa en el hecho de que el estar en agrupaciones puede reducir la probabilidad de ser atacados por depredadores y parasitoides, por efectos de geometría y dilución, que reducen el riesgo de ser atacados y de localizar a un individuo en particular. El estar agrupado aumenta la probabilidad de detectar a un posible depredador, facilitando el escapar un ataque (Tuttle et. al 1982).

Un coro se considera como foco para la selección sexual y la escogencia de pareja, ya que estas agregaciones intensifican la competencia entre machos y aumentan el esfuerzo de estos para atraer a las hembras. El aumento en la competencia para atraer hembras, para obtener y defender los recursos necesarios por las hembras, o ambas situaciones, crea un conflicto para los machos entre los beneficios y los costos asociados a cantar agrupado.

Referencias

- Alexander, R.D. 1975. Natural selection and specialized chorusing behavior in acoustical insects. In *Insects, science, and society*, ed. D. Pimentel, 35-77. Nueva York: Academic Press.
- Bourne, G. R. 1992. Leking behavior in the neotropical frog, *Ololygon rubra*. *Behav. Ecol. and Sociobiol.* 31:173-80.
- Emlen, S.T. y L.W. Oring. 1977. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science* 197: 185-93.
- Gerhardt, H.C., y F. Huber 2002. *Acoustic communication in insects and anurans*. Chicago Press. Pp 531.
- Gerhardt, H.C., 1998. Acoustic signals of animals: Field measurements, recordings, analysis and description. In *Techniques in the study of animal communication by sound*, ed. S. Hopp, M. Owen and C. Evans, 1-25. Nueva York: Springer-Verlag
- Greding, E.J. Jr. 1972. Call specificity and hybrid compatibility between *Rana pipiens* and three other *Rana* species in Central America. *Copeia* 2:383-385.
- Greding, E.J. Jr. 1976. Call of the tropical-american frog *Rana palmipes* Spix (Amphibia, Anura, Ranidae). *J. Herp* 10: 263-64.
- Lee, J.C. 1996. *The Amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula*. Cornell University Press.
- Narins, P.M. y R.R. Capranica. 1978. Communicative significance of the two-note call of the Puerto Rican treefrog, *Eleutherodactylus coqui*. *Brain Behav Evol* 17: 48-66.
- Ryan, M.J., M.D. Tuttle y L.K. Taft. 1981. The costs and benefits of frog chorusing behavior. *Behav. Ecol. and Sociobiol.* 8:273-278.
- Savage, J.M. 2002. *The amphibians and Reptiles of Costa Rica*. Chicago Press.
- Tuttle M.D., L.K. Taft y M.J. Ryan. 1982. Evasive behavior of a frog (*Physalaemus pustulosus*) in response to bat predation. *Anim. Behav.* 30: 393-97.
- Wells K.D. 1988. The effects of social interactions on anuran vocal behavior. En: *The evolution of the amphibian auditory system*, eds. B. Friszc, M.J. Ryan, W. Wilczynski, T.E. Hetherington y W. Walkowiak, 433-54. Nueva York: John Wiley e hijos.

NOTA CORTA

EFFECTO DE LOS PIGMENTOS ROJOS EN LA TASA DE HERBIVORÍA DE DOS ESPECIES DE *BEGONIA* (*B. GLABRA* Y *B. MULTINERVIA*)

Luis Roberto González Torres

Palabras Clave: *Begonia*, herbivoría, compuestos secundarios, verdecer tardío

Como consecuencia de la herbivoría, se puede perder hasta el 11% del área foliar de las especies del sotobosque en los bosques tropicales, lo cual ha conllevado a que las plantas desarrollen defensas cada vez más eficaces contra los herbívoros (Barone y Coley 2002). Las defensas de las plantas pueden estar dadas por la presencia de compuestos químicos en las hojas (Rosenthal y Berenbaum 1991), de pelos y espinas (Grubb 1992), de poca concentración de nutrientes (Coley y Kursar 1996), por la expansión foliar rápida (Coley y Kursar 1996) y por el verdecer tardío (Kursar y Coley 1992). Una misma especie puede desarrollar más de un mecanismo de defensa (Barone y Coley 2002).

El color rojo de las hojas jóvenes de algunas plantas está relacionado con la abundancia de compuestos secundarios en las mismas y muchas veces con el retraso de la formación de clorofila (Coley y Kursar 1996). Estas hojas rojas tienden a ser menos atacadas por herbívoros por la presencia de compuestos tóxicos y porque los insectos tienen dificultades para diferenciar entre la gama del rojo y el color negro (La Fuente, M. com. pers.). En este estudio quiero comparar el efecto de la coloración roja sobre la tasa de herbivoría de las plantas. Teniendo en cuenta los dos aspectos anteriores, espero que al comparar la herbivoría en dos especies de plantas una con hojas rojas y otra con hojas verdes, la especie más afectada será la de hojas verdes.

El estudio lo realicé en la Estación Poco Sol de la Reserva del Bosque Eterno de los Niños, ubicada en la vertiente atlántica de la Cordillera de Tilarán de Costa Rica durante el mes de febrero. Trabajé con *Begonia multinervia* cuyas hojas son verde oscuro por la haz y rojo por el envés y con *B. glabra* de hojas verde claro por ambas superficies. Seleccioné 16 sitios en los que crecían las dos especies pues se ha referido que la tasa de herbivoría y el número de herbívoros varía entre hábitats (Braker y Chazdon 1993). En cada sitio se colectaron hojas de un individuo de cada especie. Para evitar las diferencias se colectaron sólo las hojas múltiplo de tres, comenzando por la hoja más joven. Por cada planta colecté 3 hojas. Calculé la porción de superficie removida por los herbívoros en cada especie y comparé los resultados con la prueba pareada de Wilcoxon.

En general, las hojas de *B. glabra* presentaron mayor superficie relativa removida por herbívoros que las de *B. multinervia* ($N = 16$, $Z = 2.84$, $p = 0.004$) (Fig. 1), a pesar de tener menos superficie (Superficie media (mm^2) de *B. multinervia* 12857.89 ± 5967.09 y de *B. glabra* 1612.23 ± 974.16 ; $N = 16$, $Z = 3.52$, $p = 0.004$). Al menos dos posibles explicaciones relacionadas con la presencia del pigmento rojo pueden darle al hecho de que *B. multinervia* sea menos consumida. La primera explicación sería que el pigmento rojo es un compuesto químico tóxico para parte de los herbívoros del lugar, por lo que sólo sería consumida por las especies inmunes al compuesto. De hecho, Coley y Aide (1989) demostraron que la antocianina, pigmento rojo de muchas plantas, es un antimicótico efectivo, por lo que las plantas que la presentan no son atacadas por las hormigas cortadoras de hojas ya que el hongo que cultivan no se puede desarrollar en estas hojas. Una segunda explicación sería que el color rojo dificulta la detección de las

hojas por parte de los herbívoros.

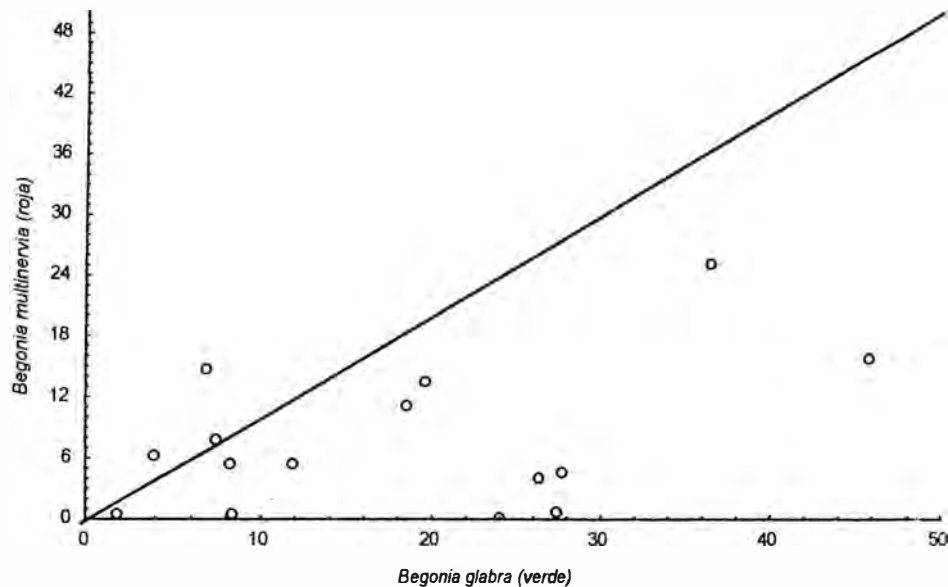


Fig. 1. Diferencias entre la superficie removida por herbívoros entre *B. multinervia* y *B. glabra*.

Para discriminar entre los dos efectos podría realizarse un experimento con insectos visuales para ver cual de las dos especies prefieren. Si el color rojo dificulta la ubicación de las hojas rojas la mayoría de los insectos comerían de la planta verde. Considero conveniente que este experimento incluya pruebas en pots claros y oscuros, pues quizá el color rojo sea efectivo para enmascarar la planta cuando tiene de trasfondo el sotobosque oscuro.

Referencias

- Barone, J. A. y P. D. Coley. 2002. Herbivorismo y las defensas de las plantas. Pp. 465-492. En: Guariguata, M.R. y Kattan, G.H. (eds.) Ecología y conservación de bosques neotropicales. LUR. Cartago, Costa Rica.
- Braker, E. y R.L. Chazdon. 1993. Ecological, behavioural, and nutritional factors influencing use of palms as host plants by a Neotropical forest grasshopper. L. Trop. Ecol. 9:181-195.
- Coley, P.D. y T.A. Kursar. 1996. Anti-herbivore defenses of young tropical leaves: physiological constraints and ecological tradeoffs. Pp. 305-336. En: Mulkey, S.S., R.L. Chadzon y A.P. Smith (ed.) Tropical forest plant ecophysiology. Chapman & Hall, USA.
- Grubb, P.J. 1992. A positive distrust of simplicity –lessons from plant defences and from competition among plants and animals. J. Ecol. 80:585-610.
- Kursar, T.A. y P.D. Coley. 1992. Delayed greening in tropical leaves: an anti-herbivore defense? Biotropica 24:265-262.
- Rosenthal, G.A. y M.R. Berenbaum. 1991. Herbivores: their interactions with secondary metabolites. Volume 1. Second edition. Academic Press, USA.

NOTA CORTA

HERBIVORÍA EN *PIPER HISPIDUM* (PIPERACEAE) BAJO DIFERENTES COBERTURAS

Jimena Forero-Montaña

Palabras Clave: Cobertura, herbivoría, *Piper hispidum*, Piperaceae

Estudiar la forma como interaccionan las plantas y los herbívoros nos ayuda a comprender los mecanismos evolutivos que son responsables de la mayor parte de la biodiversidad presente en la Tierra, de su distribución y abundancia, así como del papel que desempeñan en la dinámica de los ecosistemas (Strauss & Zangerl 2002). La herbivoría como forma de vida para los insectos ha existido desde hace millones de años. Una de las características mas llamativas de la interacción entre las plantas y los herbívoros es la variedad de formas adaptativas que han desarrollado las plantas para defenderse y los insectos para alimentarse de ellas (Strauss & Zangerl 2002). La alta diversidad de estos dos grupos en los trópicos se ha atribuido a su interacción (Marquis & Braker 1994).

Las plantas para contrarrestar los efectos de la herbivoría han desarrollado dos tipos de estrategias, una es la defensa a través de compuestos químicos y de estructuras mecánicas y la otra es la tolerancia (Strauss & Zangerl 2002). Los mecanismos de tolerancia han sido poco estudiados, probablemente dependen de la habilidad de la planta de aumentar la tasa fotosintética y de disponer de reservas para compensar las pérdidas. La capacidad de retoñar de una planta puede estar determinada genéticamente y depende de la magnitud del daño (Strauss & Zangerl 2002). Las plantas que viven en sitios precarios, como en la penumbra del sotobosque o en suelos poco fértiles, presentan una tasa baja de crecimiento y de fotosíntesis. Para una planta de crecimiento lento, la producción de una hoja representa una inversión metabólica relativamente mayor que para una especie de crecimiento rápido (Barone & Colley 2002).

Las especies del género *Piper* son comunes en el sotobosque de los bosques tropicales. En Costa Rica se encuentran en diferentes hábitats, desde el nivel del mar hasta los 2 600 m, algunas especies son generalistas y otras específicas de hábitats abiertos o cerrados (Fleming 1983).

P. hispidum es una planta arbustiva que alcanza hasta 2 m de altura. Es abundante en las zonas perturbadas, aunque también se encuentran en claros dentro del bosque secundario.

En este trabajo quise conocer si el porcentaje de herbivoría de *P. hispidum* está influenciado por la cobertura vegetal. De ser así, esperaba que la herbivoría fuera menor en las plantas que crecen en sitios sombreados, quienes deben invertir mayor cantidad de recursos en la defensa de sus hojas por el alto costo que representa para ellas producir nuevas hojas.

Este estudio lo realicé en la Estación Pocosol, localizada en el Bosque Eterno de los Niños, en la Cordillera de Tilarán a 750 m, en Costa Rica, esta zona corresponde a bosque lluvioso premontano. Seleccioné en total 40 plantas de *P. hispidum*, en nueve sitios, en cada sitio medí la cobertura vegetal utilizando un densiometro. En cada planta elegí una rama al azar, ignoré la hoja mas joven y tomé las tres siguientes. En el laboratorio medí el área total de cada hoja y el porcentaje afectado por herbivoría.

La cobertura vegetal no influyó en el porcentaje de herbívora presente en *P. hispidum* ($R_s = -0.879$, $p = 0.339$, $N = 40$, Fig.1). La variación en la herbivoría fue alto en plantas que se encontraban en el mismo sitio, bajo similar cobertura ($X^2 = 19.864$, $p = 0.01$, g.l. = 8).

La cantidad de herbivoría presente en una planta en un tiempo dado depende del ambiente biótico y abiótico que la rodea (Marquis 1987). Las características de este ambiente están determinadas por la densidad y distribución de las plantas vecinas y por la abundancia relativa de los insectos herbívoros (Marquis 1987, 1990).

Los recursos que una planta invierte en defensas químicas, varía de un hábitat a otro e incluso dentro de un mismo hábitat (Barone & Colley 2002). En *Piper arieianum* también se encontró variación intraespecífica en el nivel de daño, esta variación se atribuyó a la localización de las plantas y a diferencias en su genotipo (Marquis 1987, 1990). La respuesta de las plantas a la herbivoría está influenciada por la magnitud del daño, la cual depende del porcentaje de área removido, de la parte afectada y del tiempo fisiológico en que ocurra. Para entender más claramente la interacción entre las plantas y los herbívoros es necesario realizar estudios a largo plazo que tengan en cuenta los factores bióticos y abióticos que caracterizan al hábitat.

Referencias

- Barone, A. J. & P. D. Colley. 2002. Herbivorismo y las defensas de las plantas. En: M. R. Guariguata & G. H. Kattan (eds.), Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Fleming, T.H. 1983. *Piper* (Candela, Candelillos, Piper). En: D. H. Janzen (ed.), Costa Rican natural History. The University of Chicago Press, Chicago
- Marquis, R. J. 1987. Variación en la herbivoría foliar y su importancia selectiva en *Piper arieianum* (Piperaceae). Revista de Biología Tropical. 35: 133-149.
- Marquis, R. J. 1990. Genotypic variation in leaf damage in *Piper arieianum* (Piperaceae) by multispecies assemblage of herbivores. Evolution. 44: 104-120.
- Marquis, R. J. & E. Braker. Plant-Herbivory Interactions: Diversity, specificity, and Impact. En : L. A. Mc,Dade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide & G. S. Harsthorn. La Selva Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest. The University of Chicago, Press, Chicago
- Strauss, Y. S. & A. R. Zangerl. 2002. Plant-insect interactions in terrestrial ecosystems. En C. M. Herrera & O. Pellmyr (eds.), Plant-Animal Interactions An Evolutionary Approach. Backwell Science Ltd, Oxford, U.K.

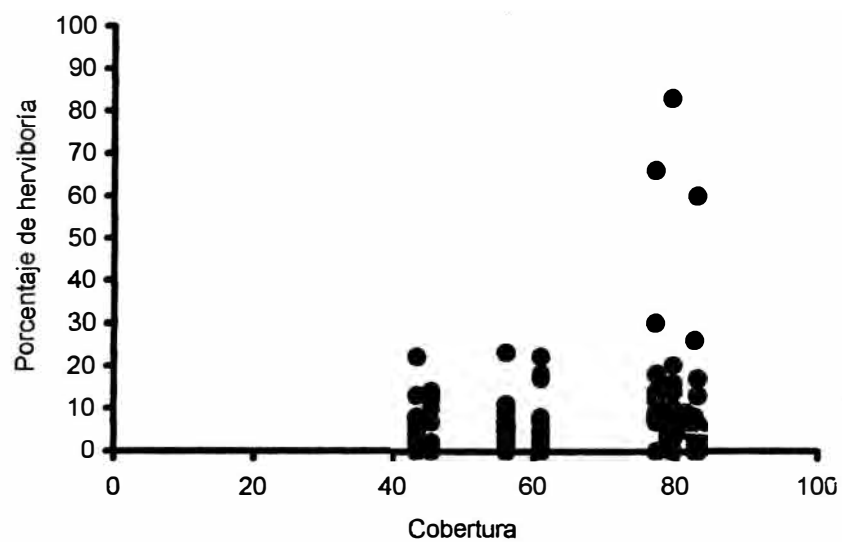


Fig. 1. Relación entre herbívora y cobertura.

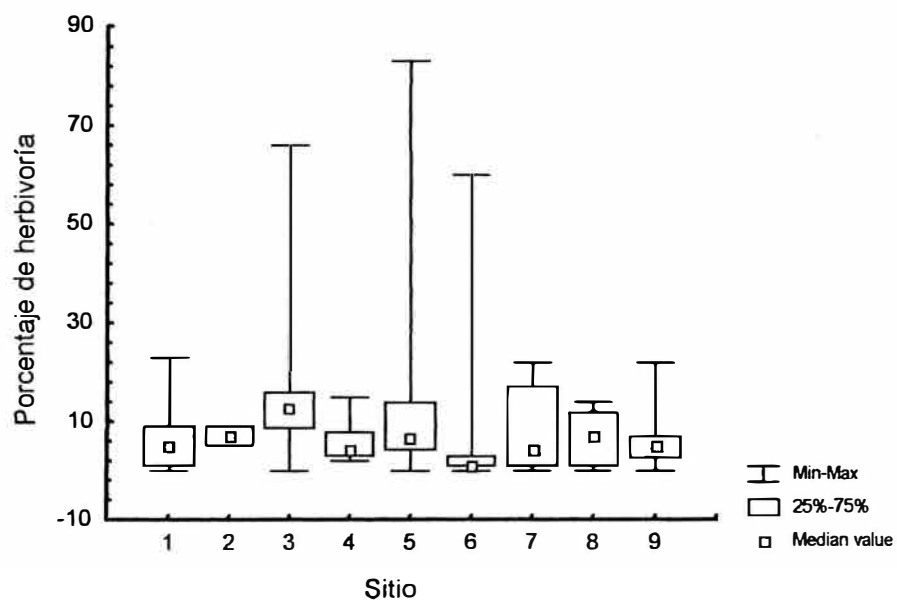


Fig. 2. Variación de la herbivoría dentro cada sitio

NOTA CORTA

¿ESTÁN LAS HOJAS DE *PIPER HISPIDUM* S.W RELACIONADAS CON LA PRODUCCIÓN DE INFLORESCENCIAS?

Elizabeth María Osorio G.

Palabras Clave: *Piper hispidum*, inflorescencia, hoja.

La familia Piperaceae está representada por hierbas, arbustos y plantas trepadora. Las especies de esta familia poseen hojas simples, enteras, base asimétrica, y muy aromáticas, con nudos engrosados, y una densa inflorescencia, en forma de espiga, compuesta por diminutas flores (Gentry 1993)

Piper está adaptado a diferentes hábitats (Fleming 1983); lo cual podría estar relacionado, entre otros factores, con su sistema de reproducción, su capacidad fotosintética y sus estrategias para distribuir los nutrientes y el agua. Como la morfología está íntimamente relacionada con la fisiología, una forma de entender la fenología, el estatus sucesional, la demografía, y el crecimiento de las plantas es interpretando variables morfológicas (Fetcher 1996). *Piper* ha sido uno de los géneros mayormente estudiados en el neotrópico (Freeden 1996). Se ha encontrado para *Piper hispidum*, una especie pionera o demandante de luz, que puede ocurrir en la naturaleza en un amplio rango de condiciones de luz, puede sobrevivir vegetativamente por un tiempo largo bajo condiciones de sombra y producir un escaso número de semillas en esta condición (Hogan 1996), y pueden también germinar en ambientes con alta o baja intensidades de luz (Vasques Yanez et al 1996). Se ha encontrado también una correlación positiva entre su capacidad fotosintética y la cantidad de nitrógeno foliar, estando este último se encuentra ligado a la captura de carbono diaria (Freeden 1996)

Se ha propuesto que para el género *Piper* existe una relación entre las hojas y las inflorescencias que crecen opuestas a éstas, ya que esta hoja probablemente genera gran parte de la energía necesaria para que la inflorescencia se desarrolle (Marquis 1992). Por lo tanto el objetivo de esta investigación fue poner a prueba esta hipótesis. Si esta relación ocurre, yo esperaré que el área foliar y el peso de la inflorescencia estén correlacionados.

El proyecto lo desarrollé en la Estación de Poco Sol, localizada en la Cordillera de Tilarán a 720 msnm en Costa Rica. Seleccioné 45 individuos de *Piper hispidum*, de cada uno tomé una rama fértil, y de cada rama, tomé una hoja de las hojas y su respectiva inflorescencia. Determiné el área foliar con una acetato cuadriculado en milímetros y el peso fresco de la inflorescencia con una balanza analítica.

No hubo relación entre el área de la hoja y peso de la inflorescencia (Fig1., $r = -0.128$, $p = 0.392$, $n=47$). En otras especies de este género, se ha encontrado que el daño físico de una hoja disminuye marcadamente el tamaño de la inflorescencia y por lo tanto la producción de frutos (Marquis 1992). En un estudio realizado simultáneamente a éste se encontró que la presencia de agallas en ramas reproductoras afecta el tamaño de las hojas y de las inflorescencias (Carretero 2003). Para entender de una forma más clara la influencia de los fenotipos de las hojas y en la reproducción es necesario considerar el efecto de la herbivoría, y de la producción de agallas.

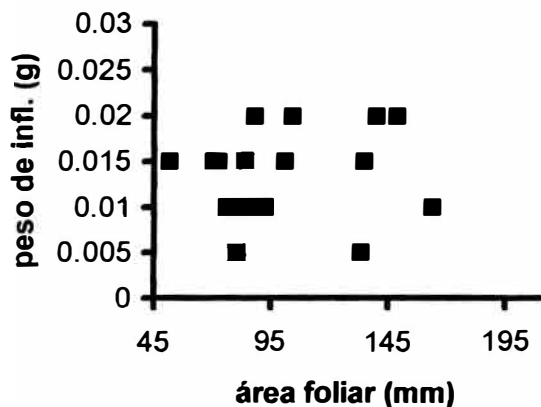


Fig. 1 Relación entre la hoja y la inflorescencia de *Piper hispidum* en diferentes coberturas boscosas.

Referencias

- Fetcher, N., S.F. Oberbauer and R.L. Chadzon. 1994. Physiological Ecology of Plants. In La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest. Ed L.A. McDade, K.S. Bawa, H.A. Hespenheide and G.S. Hartshorn. The University of Chicago Press.
- Fleming, T.H. 1983. Piper (Candela, Candelillos, Piper). In Historia Natural de Costa Rica. Ed. D.H. Janzen. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Freedman, A. y C. Field. 1996. Ecophysiology Constraints on the Distribution of Piper Species. In Tropical Forest Plant Ecophysiology. Ed. Mulkey, S.S., R.L. Chadzon, y A. P. Smith. Chapman & Hall. E.E.U.U.
- Gentry, A.H. 1993. A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru) with supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International, Washington, D.C.
- Hogan, K. 1996. Ecotypic Variation in the Physiology of Tropical Plants. In Tropical Forest Plant Ecophysiology. Ed. Mulkey, S.S., R.L. Chadzon, y A. P. Smith. Chapman & Hall. E.E.U.U.
- Marquis, R.J. 1992. A bite is a bite is a bite? Constraints on Response to folivory in *Piper arieianum* (Piperaceae). Ecology 73: 143 –152
- Vásquez –Yañes, C. y A. Orosco-Segovia. 1996. Physiological Ecology of Seeds Dormancy and Longevity. In Tropical Forest Plant Ecophysiology. Ed. Mulkey, S.S., R.L. Chadzon, y A. P. Smith. Chapman & Hall. E.E.U.U.

NOTA CORTA

LA PRESENCIA DE LIQUENES COMO FACTOR LIMITANTE EN LA HERBIVORIA DE *IRIARTEA DELTOIDEA* (PALMAE)

Mónica Olazábal Loayza

Palabras Clave: líquenes, herbívoros, hepáticas, *Iriartea*

La actividad de los herbívoros puede tener un fuerte impacto en el tamaño de las poblaciones vegetales (Cronn 1998), por lo que se puede decir que los herbívoros ejercen una fuerte presión selectiva en la evolución de las características de las plantas (Marquis 1992). Las hojas han desarrollado para protegerse de los herbívoros defensas de dos tipos: químicas y físicas (Barone y Coley 1987). Las primeras consisten en la producción de una gran cantidad de sustancias químicas como alcaloides, saponinas, monoterpenoides y ácidos tóxicos, mientras que las físicas pueden ser espinas, pelos urticantes y otras estructuras que constituyen una barrera para la acción de los herbívoros (Barone y Coley 1987).

Este estudio determinará el efecto de la presencia de líquenes y hepáticas como un factor limitante para la acción de los herbívoros. Se presume que la presencia de líquenes sobre las hojas de *Iriartea deltoidea* podría actuar reduciendo la presión causada por herbívoros, pues al parecer las porciones de la hoja cubiertas por líquenes no presentaban signos de herbivoría (*obs. pers.*).

Realicé el presente trabajo en la Estación Biológica de Pocosol, cordillera de Tilarán. Para determinar la relación existente entre el grado de herbivoría y la presencia de hepáticas y líquenes, seleccioné 20 plantas de *Iriartea* a lo largo del sendero Zamia de las que colecté la tercera hoja de cada una, contadas a partir del ápice de la rama más alta. Las plantas seleccionadas fueron aquellas de tamaño mayor a 1 m y menor a 1,8 m.

Calculé el porcentaje de herbivoría por hoja superponiendo a cada una un acetato cuadriculado. Luego conté la cantidad de cuadrículas superpuestas a partes de la hoja con señales de herbivoría. Además, medí la longitud de la hoja para luego dividirla en tres partes iguales mediante segmentos transversales, denominándolas basal, media y apical. Realicé un análisis de correlación de Spearman para determinar la relación entre la cobertura de hepáticas y líquenes y el grado de herbivoría.

De las 20 hojas muestreadas siete no presentaron daño por herbívoros. A mayor cantidad de líquenes en el ápice menor cantidad de daño por herbivoría en la hoja, ($r = 0.58$; $n = 20$, $p = 0.006$,) (Fig 1). En el sector medio la relación fue similar ($r = 0.46$; $n = 19$, $P = 0.04$,) (Fig 2). En la parte basal se presentó una tendencia similar a las otras secciones ($r = 0.39$, $n = 20$, $p = 0.08$) (Fig. 3). hubo mas hepáticas que en las otras secciones de la hoja. En la sección basal no hubo ninguna relación entre la abundancia de líquenes y el porcentaje de herbivoría, ni tampoco hubo relación entre abundancia de hepáticas y cantidad de herbivoría en las secciones media y apical ($P > 0.35$ en todos los casos).

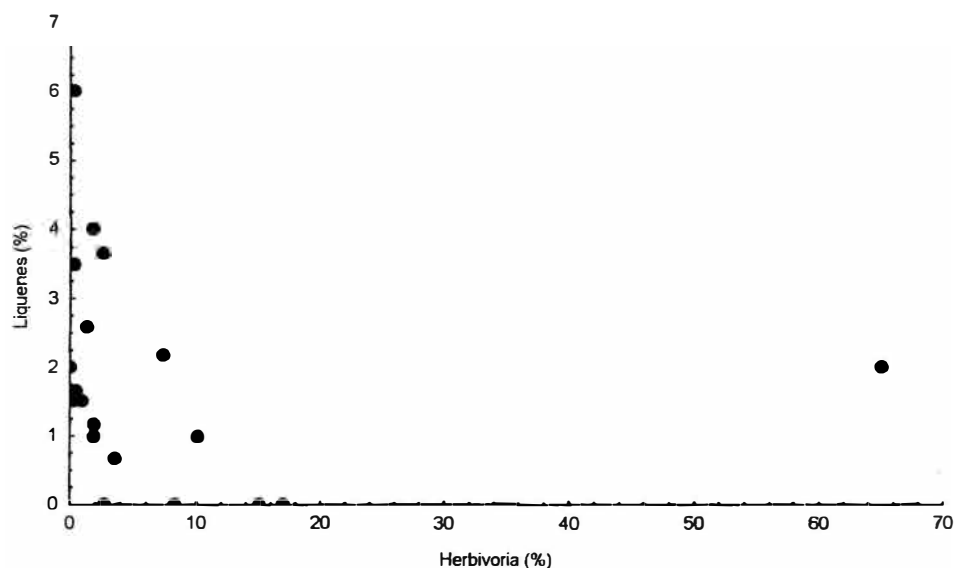


Fig 1 Relación entre porcentaje de herbivoría y porcentaje líquenes presentes en la parte apical.

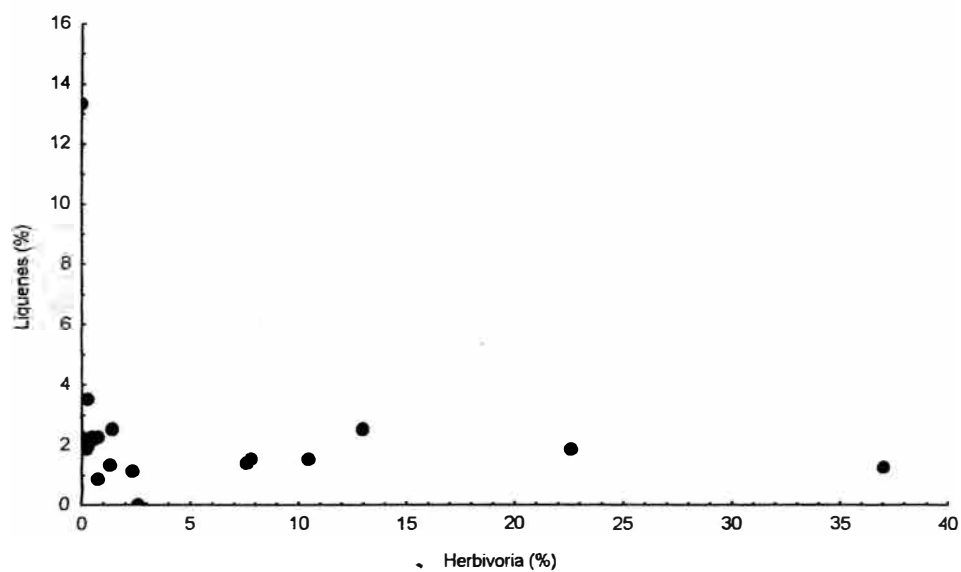


Fig 2 Relación entre porcentaje de herbivoría y porcentaje líquenes presentes en la parte media.

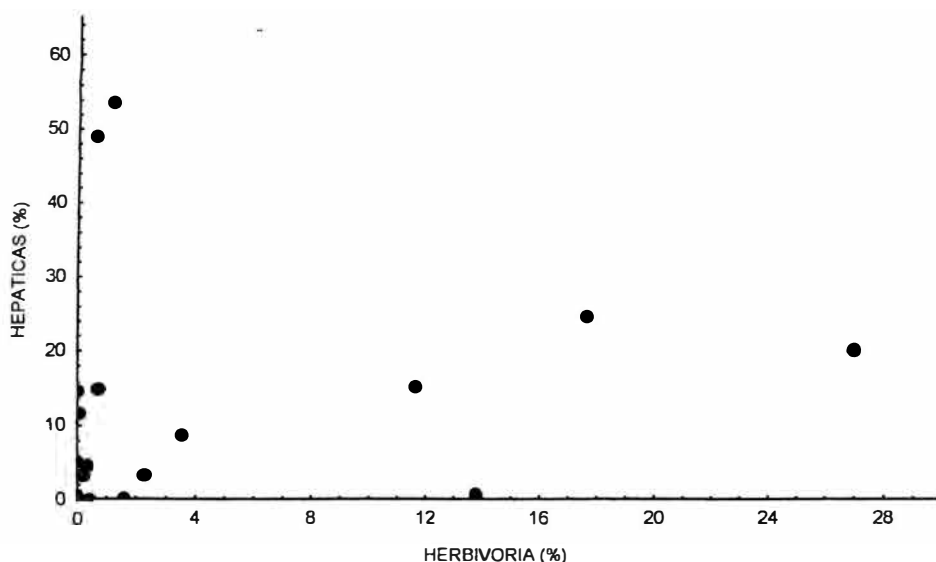


Fig 3 Relación entre porcentaje de herbivoría y porcentaje hepáticas presentes en la parte basal.

Los resultados obtenidos muestran que porciones de las hojas de *Iriartella* con presencia de líquenes sufren un menor grado de herbivoría. Por el contrario la presencia de signos de herbivoría fue mayor en lugares basales de la hoja, donde se encontraban mayor concentración de hepáticas. Esto podría estar relacionado con una mayor humedad en la parte basal de la hoja, que sería un sitio rápidamente ocupado por las hepáticas. La ausencia de herbivoría cuando los líquenes están presentes podría indicar que estos actúan como una defensa efectiva para la planta contra los herbívoros, siendo esta probablemente de naturaleza química, dada por la producción de compuestos secundarios (Coley y Kursal 1996). Para corroborar las afirmaciones mencionadas anteriormente se sugiere un estudio mas detallado de la dinámica de colonización y para determinar de sustancias que contiene.

Bibliografía

- Coley P. D. y J. A. Barone. 1996 Herbivory and plant defenses in tropical forest. *Annu Rev Ecol Syst.* 27:305-35.
- Coley, P. D y P. A. Kursal. 1996. Causes and consequences of epiphyll colonization. Pp 337-362 En *tropical forest plant ecophysiology*. S. S. Mulkey, R. L. Chazdon y A. P. Smith (Eds.). Chapman and Hall, New York.
- Cronn E. 1979. Herbivories: their Interacction with secondary plnat metabolites, 387-412. Janzen, eds. Academic press New York .
- Marquis, R. J. 1992 Leaf herbivories decrease fitness of a tropical plant. *Science*, 226:537-539. Fritz R and Simms E, eds. The University of Chicago.

NOTA CORTA

RELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD DE FORRAJEO EN HORMIGAS Y LA PRODUCCIÓN DE NÉCTAR EN NECTARIOS EXTRAFLORALES DE *INGA* SP.

Evelyn K. Astudillo Sánchez

Palabras Clave: *Inga* sp., nectarios extraflorales, relaciones mutualistas

Las hormigas pueden proteger plantas directamente de la herbívora o de competencia con otras plantas. Las plantas proveen a las hormigas de alimento y refugio, aunque los beneficios reales casi nunca han podido ser cuantificados. Algunas relaciones entre hormigas y plantas reflejan una coevolución basada en el mutualismo; y estas son las interacciones que han recibido más estudios (Beattie y Hughes 2002).

Varias especies de *Inga* (Leguminosae) presentan asociaciones con varias especies de hormigas que aparentemente se alimentan del néctar de nectarios extraflorales de las hojas nuevas. Esta secreción de néctar disminuye según van madurando las hojas (Koptur 1991). En Costa Rica, en áreas donde son abundantes las hormigas que se alimentan de néctar, los árboles de *Inga* se benefician de la asociación con estos insectos. (Koptur, inédito; ver revisión de Bentley 1977).

Las hormigas visitan los nectarios y a la vez patrullan las hojas de *Inga*, protegiéndolas de una gran variedad de insectos herbívoros. Aparentemente hay un balance entre la protección proveída por las hormigas y cuanto energía la planta canaliza hacia las otras defensas de la planta en las distintas elevaciones, lo que se correlaciona directamente a la distribución altitudinal de hormigas (Koptur 1991).

El objetivo de mi trabajo fue evaluar el beneficio de la planta al tener nectarios extraflorales y si la producción de néctar estaba asociando a la mayor actividad de forrajeo de las hormigas.

El estudio lo realicé en el mes de enero, en tres senderos: El Principal, El Mirador y Oropéndola, de la Estación Biológica Pocosal, localizada dentro de la Reserva Bosque Eterno de los Niños. Localicé los individuos de *Inga* sp, eligiendo las muestras de hojas jóvenes (coloración rojiza). Realicé las observaciones en cinco recorridos, mañana (MA, MB), tarde (TA, TB) y una noche (NA) durante dos días consecutivos. Observé los nectarios extraflorales y recolecté el néctar con un tubo capilar de 5 ml para medirlo en el laboratorio. Cuantifiqué, clasifiqué y registré la abundancia de las hormigas presentes en cada hoja y la actividad de forrajeo en los nectarios. Utilicé un análisis de varianza y una correlación de Spearman para relacionar actividad de forrajeo y la producción de néctar.

La mayor actividad de las hormigas fue en la tarde y mañana ($F_{4,140} = 1.77$; $P = 0.13$, Fig. 1) principalmente esto se observó en el primer día, probablemente porque era el inicio de algunos días soleados. Los valores negativos se dan por la ausencia de néctar en una gran parte de hojas jóvenes. La mayor producción de néctar se realizó durante la noche ($F_{4,140} = 1.94$, $P = 0.10$; Fig. 2), seguida de la tarde y fue casi nula en las mañanas.

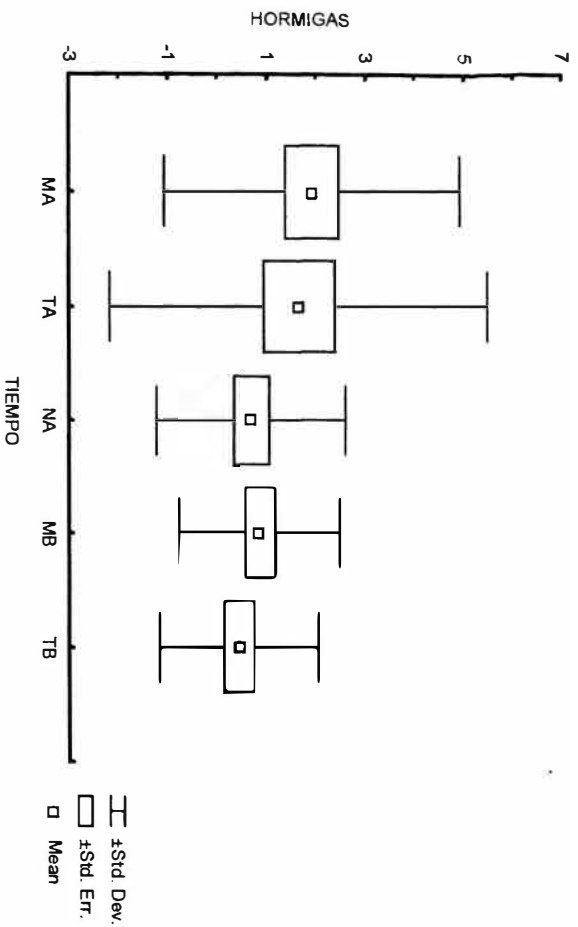


Fig. 1. Actividad de forrajeo de hormigas a lo largo del día en los nectarios extraflorales de *Inga* sp

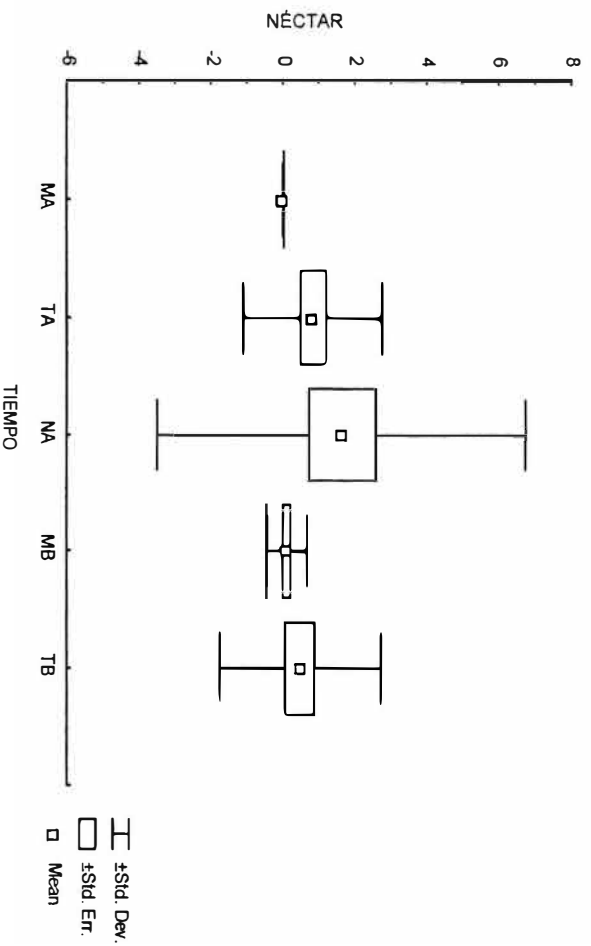


Fig. 2. Producción de néctar durante el día en los nectarios extraflorales de *Inga* sp.

La actividad de forrajeo de las hormigas no está determinada solamente a la producción de néctar, si no también a la historia de cada especie de hormiga, ya que algunas especies forrajearon mayormente en el día. Estas mismas especies disminuyeron su actividad por la noche, mientras que otras especies aumentaron su actividad en ese período. Sin embargo, la actividad de las hormigas, se intensifica en el ocaso.

La producción de néctar se produjo a lo largo del día, pero aumentó en la noche,

presumiblemente porque en este tiempo la planta es más vulnerable a herbivoría considerando que la coloración roja de sus hojas como protección en la noche no sería tan efectiva.

La relación entre la actividad de forrajeo de las hormigas y la producción de néctar, no esta determinada una por la otra, pero si esta regulada en función al clima, es decir, tanto la actividad de las hormigas como la producción de néctar en la planta, dependen de las condiciones climáticas para encontrarse favorecidas disminuyendo su actividad bajo la lluvia.

Referencias:

- Beattie A. & L. Hughes. 2002. Ant-Animal Interactions. En Plant-Animal Interactions
Herrera C. & O. Pellmyr. Plant-Animal Interactions. Blackwell Science Ltd.
Koptur S. 1983. Inga. ed Janzen H. Daniel. Historia Natural de Costa Rica.
Universidad de Costa Rica. San José.

NOTA CORTA

HAY COMPETENCIA EN LOS PECIOLOS DE *CECROPIA*?

Luciano Lopes

Palabras Clave: *Cecropia*, competencia, *Scolytodes*

La competencia interespecífica se define como una relación entre organismos de distintas especies generada por la utilización común de un recurso limitante. Como resultado los individuos pueden sufrir reducción en su fecundidad, supervivencia o crecimiento. La competencia puede llevar a la exclusión de especies de un determinado hábitat, así como a la utilización diferencial de recursos, conocida como diferenciación de nicho (Begon *et al.* 1986).

Los peciolo de las hojas muertas de *Cecropia sp.* pueden servir de hábitat para varios invertebrados, entre ellos escarabajos de la familia Scolytidae. *Scolytodes atratus* es una especie de escarabajo que vive en madera. Es bastante común en Costa Rica y su reproducción solamente ocurre en los peciolo de esta especie (Wood 1983). Otras especies de escarabajos y otros invertebrados pueden ocupar el mismo ambiente. Algunas de estas se alimentan de la medula del peciolo y pueden establecer relaciones con otros ocupantes. Se ha propuesto que la "competencia ha repartido este microhábitat de forma que varias otras especies de *Scolytodes* vivan armoniosamente con *S. atratus*" (Wood 1983).

En la Estación Poco Sol a 720 m Cordillera de Tilarán, Costa Rica, recolecté 5 peciolo de *Cecropia sp.* que permanecían colgando a alturas de 0 m, 1-2 m y más de 5 m en la vegetación adyacente a 5 individuos de *Cecropia* para un total de 75 hojas. Tomé medidas de largo de los peciolo, dureza y ancho a cada 10 cm a partir de la base hacia la lamina foliar. Las medidas de dureza fueron tomadas por medio de un penetrometro de aguja® produciendo una medida relativa de dureza. Disecté los peciolo ubicando los organismos observados, que fueron recolectados para posterior identificación a nivel de morfo-especie.

No observé preferencia de los individuos de ninguna morfo con respecto a la dureza (Fig. 1). Encontré poca variación de dureza en el peciolo de las hojas o que podría ser un efecto de poca sensibilidad del penetrometro. En cuanto a la posición relativa en el peciolo, *Scolytodes* pequeño, larva de Cerambycidae y Chilopoda parecen preferir la region proxima de la base (Fig. 2), pero el pequeño numero de observaciones no permite conclusiones sobre las dos ultimas morfo especies. La gran mayoría de los individuos que llamamos de *Scolytodes* pequeños estaban ubicados en la epidermis del peciolo que es más gruesa en la base de inserción en el tronco de la planta. *Scolytodes atratus* fue encontrado en toda la extensión del peciolo pero ocupando la medula. Por lo tanto, aunque ocupen el mismo peciolo, las dos especies no interaccionan directamente. Wood (1983) atribuyó esta ubicación en sitios diferentes como resultante de diferenciación de nicho. Entre tanto el hecho de detectar diferencias entre especies en la utilización de recursos no significa que esto haya ocurrido como resultado de competencia en el pasado. Para caracterizar tal proceso seria necesario informacion sobre la filogenia y distribución del grupo en el pasado evolutivo y aun así nos quedaríamos con nada más que una hipótesis.

La incidencia de *S. atratus* en los peciolo (32%) fue menor al 80% mencionada por Wood (1983; Cuadro 1). El número de individuos encontrados por peciolo fue de 1 a 5 en las dos morfo-especies de escarabajo. Sin embargo, el número de individuos fue mucho mayor para las hormigas de los géneros *Camponotus* y *Pheidole* (Fig. 4).

Para caracterizar competencia interespecifica en el presente, el recurso utilizado debe ser limitante. En la mayoría de los casos observados el número de individuos en los peciols no era suficiente para ocupar toda la medula disponible. Por su comportamiento de sacar toda la medula las hormigas parecen ser los organismos que imponen una mayor presión para eventuales competidores. La competencia puede ocurrir en algunas hojas colonizadas por un mayor número de morfo-especies, y sobretodo en aquellos ocupados por hormigas pero no parece ser una constante en este sistema. En el momento, los peciols de *Cecropia* no parecen ser un recurso limitante en Poco Sol y el carácter eventual de la competencia interespecifica no parece tener la constancia suficiente para generar presiones selectivas llevando a la diferenciación de nicho. Si esto ocurrió de manera semejante en el pasado, es una cuestión que probablemente quedará sin respuesta por bastante tiempo.

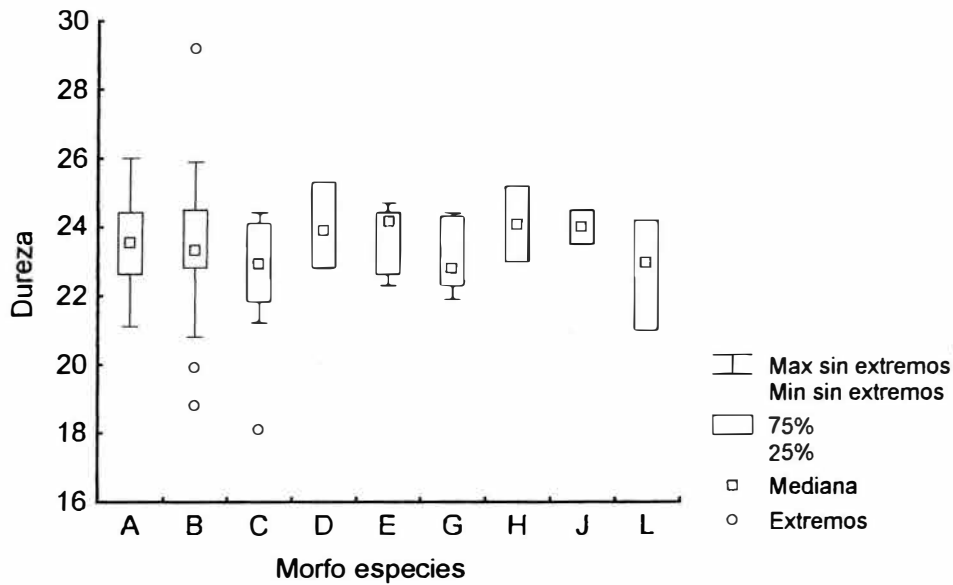


Fig 1. Dureza del peciolo en el sitio adonde se encontraron individuos de cada morfo especie. Codigos de morfo especies en el Cuadro 1.

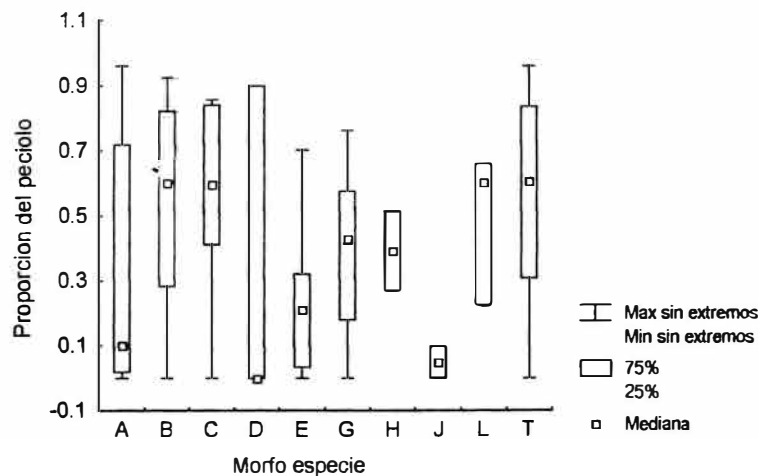


Fig. 2. Ubicación de las morfoespecies mas comunes a partir de la base del peciolo de *Cecropia* sp. Codigos de morfoespeceies en Cuadro 1.

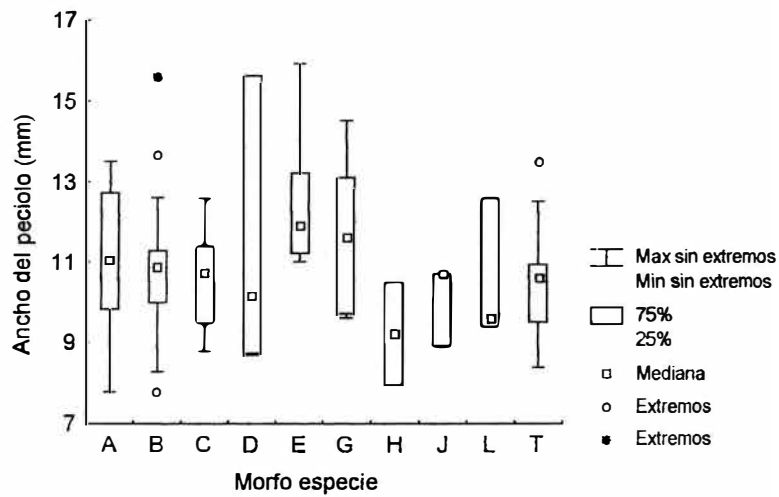


Fig. 3. Ubicación de las morfo especies cuanto al ancho del peciolo. Código de las morfo especies en Cuadro 1.

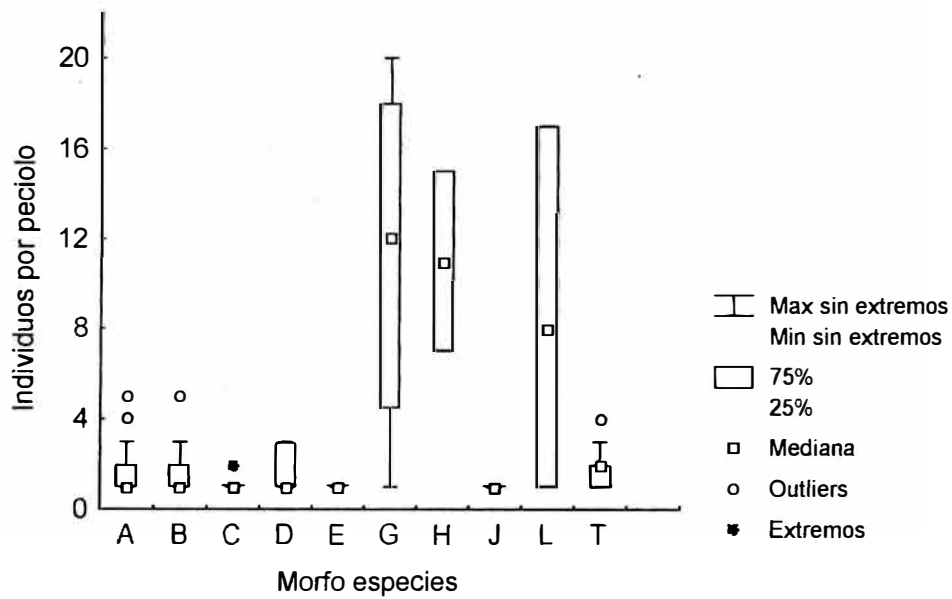


Fig. 4. Numero de individuos de las morfo especie mas frecuentes en los peciolo de *Cecropia*.

Cuadro 1. Incidencia (%) de cada morfo especie encontrada en peciolos de *Cecropia sp.*

Especie	%	Especie	%
A <i>Scolytodes</i> pequeño	32	M Larva coleoptero	1
B <i>Scolytodes</i> atratus	25	N Isopoda	1
C Ninfa Dermaptera	8	O <i>Tapinoma</i> sp.	3
D Larva Diptera	1	P <i>Thrips</i> sp.	3
E Larva Cerambycidae	7	Q Ninfas de cucaracha	1
F Coleoptera		R Larvas, pupas, huevos	
G <i>Camponotus</i> sp1	8	S Arañas	3
H <i>Camponotus</i> sp2	3	T Coleoptera 2	
I Acaro	1	U <i>Camponotus</i> sp 3	4
J Chilopoda	4	V Larva Cantharidae	8
L <i>Pheidole</i> sp.	4		

Bibliografía

- Begon, M.; Harper, J.L. y Townsend, C.R. 1986. Ecology. Individuals, populations and communities. Sinauer Associates. Sunderland. EEUU.
- Wood, S. L. 1983. *Scolytodes atratus panamensis*. En: Janzen, D.H. Costa Rican Natural History. The University of Chicago Press. Chicago. EEUU.

NOTA CORTA

QUIENES COLONIZAN LAS HOJAS: LÍQUENES FOLÍCOLAS O BRIOFITAS?

Juan Carlos Villarreal A.

Palabras Clave: Epífilas, líquenes, *Zamia*

La sucesión es definida como un cambio direccional y acumulativo en las especies a través del tiempo en un área dada (Barbour et al. 1987). Un ejemplo de ello son los líquenes creciendo sobre rocas desnudas que por su acción química descomponen la roca formando suelo a su alrededor estableciéndose luego los musgos y finalmente las plantas vasculares (Raven y Evert 1981). En los bosques tropicales de tierras bajas, cuando se forma un claro las hierbas son las primeras en colonizar el suelo, luego existen especies pioneras como *Cecropia* que se desarrollan rápidamente en sitios abiertos. El primer ejemplo es un caso de sucesión primaria, mientras que el segundo es un caso de sucesión secundaria la cual se da en sitios donde existía bosque y ha sido talado o removido para agricultura o naturalmente formado por claros (Guariguata y Ostertag 2002).

Existen muchos estudios sobre sucesión en los bosques tropicales y templados pero se sabe poco sobre lo que sucede en las hojas de los bosques tropicales. En una hoja pueden co-existir hasta 50 especies (Gradstein 1992) aunque ese número es usualmente menor, llegando a formar un complejo microhábitat muchas veces ignorado. Este estudio fue realizado en *Zamia skinneri*, una gimnosperma con una larga historia evolutiva que produce usualmente una hoja por año y varias hojas un año antes de producir conos (Clark 1994). Esta lenta producción de hojas la convierte en una planta apropiada para estudiar la colonización por epífilos (líquenes y briofitas). En este estudio hice una comparación entre hojas viejas y nuevas para conocer si existe una tendencia en las hojas nuevas a ser colonizada por líquenes folícolos o por briofitas.

El sitio de estudio fue la reserva Pocosol ubicado en la cordillera de Tilarán, Costa Rica. En los senderos cercanos a la reserva colecté tres folíolos en dos hojas de cinco individuos de *Z. skinneri*. Colecté una hoja de la parte apical (hoja nueva) y una de la parte basal (hoja vieja). La escogencia de los folíolos fue sistemática tomando el 2do, 4to y 6to desde el ápice.

En cada folíolo estimé el área por medio de la fórmula de la elipse, tomé un 10% del área total e hice tres transectos lineales proporcionales a la sección tomada. En cada mini-transecto registré la cantidad (en milímetros) de briofitas (indistintamente de la especie) y líquenes. Los tres transectos fueron las réplicas para cada folíolo, saqué el promedio y analicé los datos mediante una prueba de Mann-Whitney para examinar las posibles diferencias entre la cantidad ocupada por líquenes o briofitas en hojas nuevas y viejas.

Los resultados muestran que existe una marcada diferencia entre la región colonizada por briofitas y líquenes en hojas viejas ($Z=.22$, $P=.04$, Fig. 1), siendo las briofitas más abundantes que los líquenes. Por otra parte no existe diferencias entre la colonización por parte de briofitas y líquenes en hojas jóvenes ($Z=4.04$, $P=0.68$, Fig. 2), con regiones donde abundaban las briofitas y otras donde los líquenes eran predominantes.

Entre las muestras se encontraron hasta ocho especies de hepáticas y dos especies de musgos, seis hepáticas pertenecen a la familia Lejeuneaceae, una probablemente de la familia Lepidoziaceae y una por determinar. Uno de los musgos pertenece a la familia Neckeraceae y el otro es probablemente *Squamidium* sp.

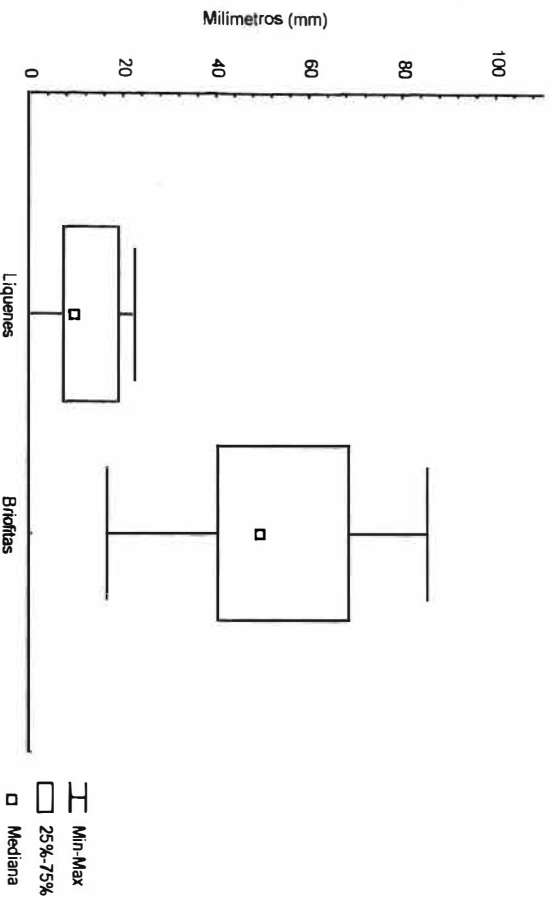


Fig. 1. Cobertura por transecto foliar de briofitas y líquenes en hojas viejas.

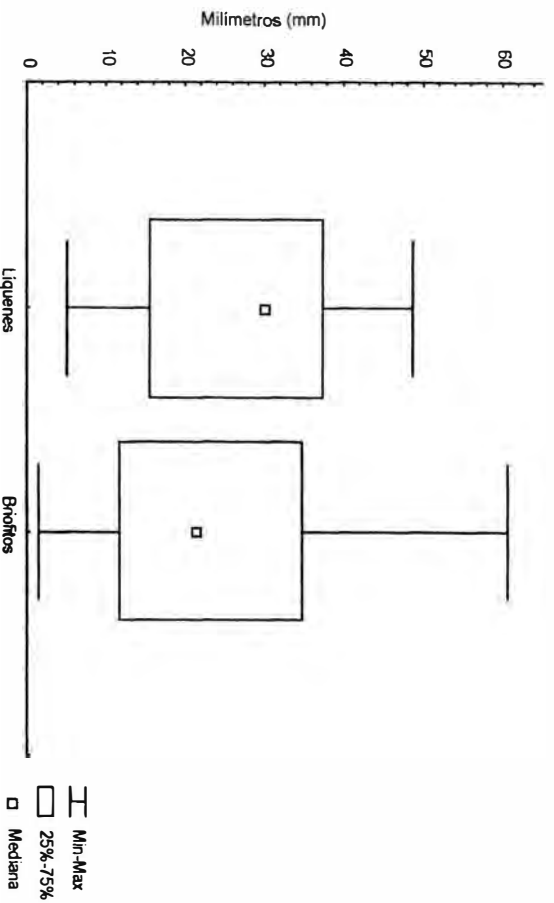


Fig 2. Cobertura por transecto foliar de briofitas y líquenes en hojas nuevas.

Los resultados muestran una mayor abundancia de briofitas en las hojas viejas de *Zamia* en comparación con la cobertura de líquenes, lo cual en los bosques montanos es explicado por sus diferentes métodos de absorción de agua. Green y Lange (1994) sostienen que las briofitas tienen intercambio hídrico y mantiene estas zonas paredes celulares como sitios de almacenamiento hídrico y mantiene estas zonas alejadas de los sitios de intercambio gaseoso. Por otra parte, los líquenes tienen un intercambio interno de gases en el compacto tejido de los ficobiontes y cualquier movimiento interno de agua podría causar efectos negativos sobre la tasa fotosintética. Por lo tanto, los líquenes tienen menor contenido de agua en el talo que puede afectar el consumo de CO_2 y su asimilación.

En *Z. skinneri* existe una mayor acumulación de biomasa de briofitas en las hojas viejas y algunas veces la masa de epífitas tiene zonas necróticas, lo cual parece

indicar que las zonas en que se encuentran las briofitas pueden estar llegando al punto máximo de desarrollo en preludio que la hoja llegará pronto a la senescencia. Se ha sugerido que algunas epífilas tienen adaptaciones para este tipo de hábito, como discos adhesivos para adherirse al sustrato y un ciclo de vida adaptado al tiempo de vida de la hoja (Morales 2000).

Una familia reconocida por poseer especies epífilas es la familia Lejeuneaceae (Gradstein et al. 2001) lo que explica la presencia de al menos seis especies en las hojas nuevas y viejas de *Zamia*. Los musgos encontrados en hojas viejas son una indicación de la falta de especificidad sobre el hospedero, pues los musgos tienden a colonizar todo tipo de sustratos. *Squamidium* es un musgo pendiente sobre ramas y al parecer fue encontrado accidentalmente sobre las hojas de *Zamia*.

Nuestros datos parecen no apoyar la idea de sucesión típica en los cuales los líquenes son los pioneros aunque se necesitan a largo plazo para entender qué sucede realmente en las hojas de las plantas de bosques nubosos. Este estudio muestra las preguntas básicas sobre la ecología de las epífilas y sería interesante identificar todas las especies de briofitas presentes y saber si existen especies típicas de hojas nuevas y si hay reemplazo de especies en las hojas viejas.

Referencias

- Barbour, M., J.H. Burk y W.D. Pitts. 1987. Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Clark, D. 1994. Plant Demography, Pp.90-105. En La Selva: Ecology and Natural History of a neotropical rain forest. L. McDade, K.S. Bawa, H.A. Hespenheide y G. Hartshorn (eds). The University of Chicago Press.
- Gradstein, S.R. 1992. The vanishing tropical rainforest as an environment for bryophytes and lichens. Pp. 234-258. En Bryophytes and Lichens in a changing environment. J.W. Bates y A.M. Farmer (eds.), Clarendon Press, Oxford.
- Green, T.G. y O.L. Lange. 1994. Photosynthesis in poikilohydric plants: A comparison of lichens and bryophytes Pp. 319-341. En Schulze E.D y M.C. Caldwell (eds.) Ecophysiology of photosynthesis. Ecological studies, vol 100. Springer, Berlin Heidelberg New York.
- Guariguata, M. y R. Ostertag. 2002. Sucesión secundaria, Pp. 591-623. En M. R. Guariguata & G. H. Kattan (eds), Ecología y conservación de bosques tropicales. 493 – 530. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Morales, M.I. 2000. Plants growing on living leaves. Pp. 80-82 en Monteverde: Ecology and Conservation of a tropical cloud forest, N. Nadkarni y N. Wheelwright (eds.) Oxford University, Nueva York.
- Raven, P. y R.F. Evert. 1981. Biology of plants. Worth Publishers, Inc. Nueva York.

LA SELVA



Selección Sexual
Sexual Selection



¿Que estaran haciendo los peces en este momento?



Posiblemente es del paujil fantasma de La Selva

TAMAÑO DE LA HOJA Y EFICIENCIA DE FORRAJEEO EN *Atta cephalotes*

Evelyn K. Astudillo, Luciano Lopes, Mónica Ollazabal, David Suárez, Juan Carlos Villareal, Jimena Forero & Carlos Cordero.

Resumen. Las hormigas cortadoras de hojas, *Atta cephalotes*, tienen obreras altamente polimórficas en tamaño. El forrajeo es realizado por obreras de tamaño intermedio. El objetivo de nuestro trabajo fue determinar la relación entre el tamaño de los fragmentos de hoja que colecta y la masa corporal en *A. cephalotes*. El proyecto lo llevamos a cabo en tres caminos de colonias independientes de hormigas *A. cephalotes* en la Estación La Selva. En cada colonia realizamos tratamientos con aumento y disminución de la hoja sobre las hormigas y cuantificamos el tiempo de recorrido en una distancia de 0.50 m antes y después de cada tratamiento. El peso de la hormiga no se relaciona con la eficiencia de forrajeo de la hormiga, esta eficiencia es proporcional para las hormigas obreras de diferentes tamaños. Las hormigas tienen una disminución en la eficiencia de forrajeo cuando el peso es menor a un límite, pero cuando agregamos peso, la eficiencia no disminuye porque el aumento en el tiempo de recorrido (costo) es compensado por el aumento en biomasa vegetal.

Palabras Clave: *Atta cephalotes*, eficiencia de forrajeo

Introducción

Las hormigas cortadoras de hojas del género *Atta* constituyen uno de los principales herbívoros y predadores de semillas en los bosques tropicales (Herrera y Pellmyer 1988). Las obreras de estas hormigas diariamente ascienden a los árboles, cortan fragmentos de hojas y los transportan a su colonia para utilizarlo como sustrato del hongo del cual se alimentan. (Futuyma 1998). Para optimizar su forrajeo la colonia ha adoptado estrategias que le permiten obtener la mayor cantidad posible de energía a bajo costo.

Entre las obreras de *A. cephalotes*, el tamaño es altamente polimórfico. El forrajeo es realizado por obreras de tamaño intermedio, quienes cortan y colectan material vegetal hasta una distancia de 300 m del nido (Lewis et. al. 1974). En este trabajo pusimos a prueba la hipótesis de que las hormigas deben cargar hojas dentro de un rango óptimo para conseguir recursos a bajo costo. Esperábamos que existiera una relación entre el tamaño de la hormiga y el de la hoja.

Materiales y Métodos

El presente estudio lo realizamos en el mes de febrero en la Estación Biológica La Selva, Costa Rica. Ubicamos en el sendero La Arboleda tres caminos de colonias independientes de hormigas cortadoras de hoja (*A. cephalotes*) y aplicamos dos tratamientos. El primer tratamiento consistió en disminuir peso de la hoja cargada por la hormiga cortando del 20-70 % de este. En el segundo tratamiento, aumentamos el peso de la hoja cargada al agregar papel de aluminio en un 5-140%.

Además como control reteníamos por 2 segundos a la hormiga y luego la dejamos seguir su recorrido. Cada tratamiento y control fue repetido en dos tipos de superficie, lisa e irregular, a esta última le agregamos obstáculos cada 10 cm y medimos el tiempo que tarda en recorrer 50 cm en estas condiciones antes y después de cada tratamiento

La eficacia se midió por la relación entre la masa cargada por la hormiga y el tiempo consumido para recorrer los 50 cm observados. Además se calculó la diferencia de la eficiencia registrada entre el camino liso y el irregular.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{masa cargada}}{\text{tiempo en recorrer en 0.50 m}}$$

Al final de cada tratamiento colectamos la muestra (hormiga, hoja y papel de aluminio) y en el laboratorio pesamos a las hormigas utilizando una balanza analítica. Realizamos un análisis de covarianza para comparar los tratamientos, utilizando la superficie de la hoja como factor fijo y la masa de la hormiga como covariable. Las comparaciones múltiples fueron realizadas con la prueba de Tukey.

Resultados

Realizamos los tratamientos en 139 individuos de *A. cephalotes*. En las superficies lisa e irregular, la eficiencia de las hormigas, es menor cuando se disminuye el peso ($F_{2,138}=9.97$, $P= 0.00009$). No encontramos diferencias en la eficiencia de las obreras de *Atta cephalotes*, en relación a los dos tipos de superficie ($F_{1,138} = 0.32$; $P= 0.57$, Fig. 1).

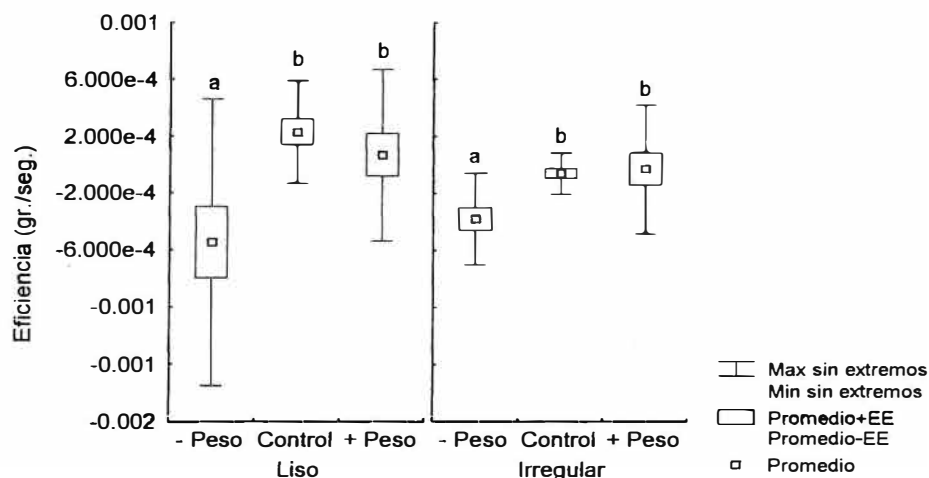


Fig. 1. Eficiencia de *A. cephalotes* en tratamientos de disminución y aumento de peso y control en superficies lisa e irregular. Los grupos con diferencias están representadas por a y b.

El incremento de peso causa una mayor variación en el tiempo de recorrido por la hormiga, comparado con el control y disminución del peso. ($F_{2,136} = 42.58$; $P < 0.001$; Fig. 2). El peso de la hormiga parece influir en la variación del tiempo en relación a los tratamientos ($F_{1,138} = 3.39$; $P= 0.07$). Además no encontramos diferencias en la variación en el tiempo recorrido en la superficie lisa en comparación con la superficie irregular ($F_{1,136}= 2.14$, $P= .15$)

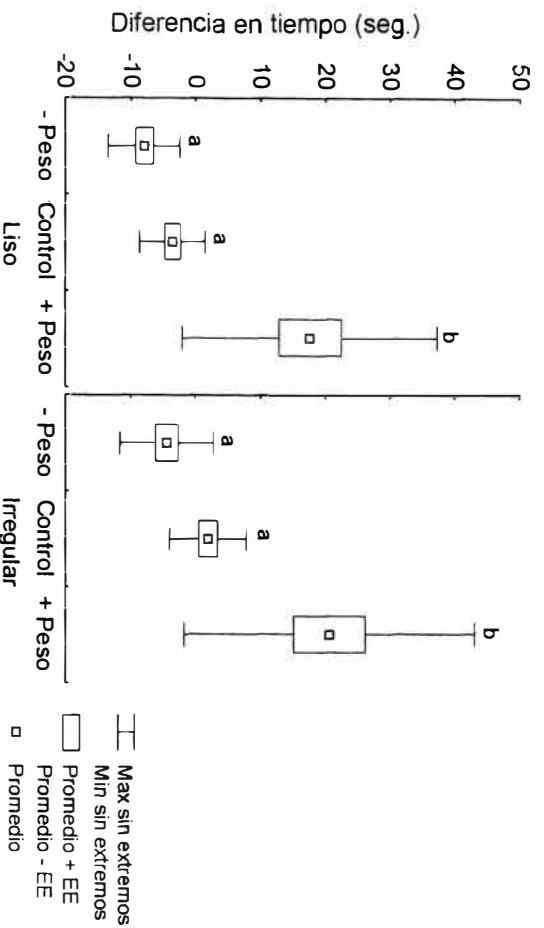


Fig. 2. Variación en el tiempo de recorrido por la hormiga obrera *A. cephalotes* en superficies lisa e irregular. Los grupos con diferencias están representadas por a y b.

Las hormigas con carga recorren la superficie lisa en un tiempo de 24.64 ± 9.38 s y en la superficie irregular de 22.20 ± 9.07 s. Este tiempo no está relacionado con el peso de la hormiga ($F_{1,138} = 0.21$; $P = 0.65$).

Las hormigas analizadas pesaban en promedio 0.0098 ± 0.0009 g y cargaban hojas que pesaban en promedio 0.26 ± 0.001 g. Al aumentar el peso a las hojas cargadas analizamos que pueden cargar hasta 11.5 veces más que su peso corporal.

Discusión

La eficiencia de forrajeo de las hormigas disminuye cuando cargan hojas de menor tamaño porque para ingresar una cantidad determinada de biomasa necesitarían realizar más viajes. Cuando agregamos peso, la eficiencia no disminuye porque el aumento en el tiempo de recorrido (costo) es compensado por el aumento en biomasa vegetal (ganancia). Sin embargo, probablemente lo que sucede es que no aumentamos el peso lo suficiente para superar el límite de carga de las hormigas y por esta razón su eficiencia no fue afectada.

No hubo relación entre la masa corporal de las obreras y la respuesta al cambio de masa en la hoja cargada. Esta ausencia de relación puede ser explicada por una pequeña variación encontrada en la biomasa de las obreras. Otros estudios con esta misma especie demuestran que las obreras mas grandes tienen mayor actividad de forrajeo en la noche (Wetterer 1988).

Referencias

Burd M. 2000. Foraging behaviour of *A. cephalotes* (leaf-cutting ants): an examination of two predictions for load selection. *Ani. Behav.* 60, 781-788

- Herrera C. & Pellmyr O. 2002. Plant –Animal Interactions. Blackwell Science Ltd. UK. 313 pp.
- Futuyma, J.D. 1998. Evolutionary Biology. Sinauer Associates, Inc.
- Lewis, T., G.V. Pollard y G.C. Dibley. 1974. Rhythmic foraging in the leaf-cutting ant *A. cephalotes* L. (Formicidae: Attini). *Journal of Animal Ecology* 43: 129-142.
- Wetterer J. K. 1988. Size-selective foraging by leaf-cutting ants and planktivorous. Tesis Doctoral. University of Washington.

ATRACCIÓN DE MACHOS DE ABEJAS EUGLOSSINAS: RIQUEZA Y ABUNDANCIA EN TRES COBERTURAS VEGETALES

Gabriel Colorado, Elizabeth Osorio, Alain Carretero, Luis González, Gustavo Londoño, Ju lin Weng y Tupac Otero.

Editor: David Suárez.

Resumen. Evaluamos el efecto de la presencia de sotobosque en la riqueza y abundancia de abejas Euglossinas (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) bajo tres coberturas vegetales. Empleamos dos fragancias de atracción, Cineol y Salicilato de Metilo. Encontramos una mayor diversidad y abundancia de especies en el bosque secundario, lo cual pudo estar relacionado con la presencia de sotobosque más denso. La especie más abundante fue *Euglossa saphirina*. La fragancia que atrajo más abejas fue cineol, tanto en número de especies como en abundancia de individuos.

Palabras Clave. Euglossini, Hymenoptera, fragancias de atracción, cineol, salicilato de metilo.

Introducción

Las abejas euglossinas se conocen por ser importantes polinizadores de orquídeas neotropicales y otras familias de plantas (Powell & Powell 1987, Meffe & Carroll 1990). Estas pueden jugar un papel importante en la polinización de especies emergentes, así como de muchas especies del sotobosque (*Calathea* spp.) y orquídeas (Janzen 1991, Tonhasca Jr. et al. 2002). Los machos de las euglossinas colectan esencias de orquídeas, de otras plantas y de otros organismos como hongos en estructuras modificadas de sus patas, probablemente como sustancias base para la construcción de feromonas que atraen hembras. Las sustancias colectadas son modificadas y utilizadas en danzas comportamentales o despliegues de apareamiento que realizan los machos (Janzen 1991). Esto hace que se vean atraídos por ciertas esencias químicas como cineol, acetato de bencilo y salicilato de metilo (Powell & Powell 1987). La distribución de estas abejas ocurre desde el sur de Estados Unidos hasta el sur de America (Powell & Powell 1987). La fragmentación y la degradación del bosque, con la desaparición implícita de especies, puede afectar la composición y abundancia de las comunidades de abejas euglossinas (Tonhasca Jr. et al. 2002).

En la presente investigación evaluamos la influencia del sotobosque en la riqueza y abundancia de especies de euglossinas en tres sitios, y las diferencias en el grado de atractividad a esencias químicas de atracción.

Métodos

Realizamos este estudio en la Estación Biológica la Selva el 5 de Febrero de 2003. Elegimos tres coberturas vegetales sobre el sendero SURA con base en el nivel de perturbación y la presencia de sotobosque: bosque maduro, bosque secundario y una arboleda sin sotobosque. Realizamos censos de machos de Euglossini con trampas Sandino con dos fragancias, Cineol y Salicilato de Metilo. Colocamos dos trampas en un mismo árbol con cada una de estas fragancias en dos lugares por cada tipo de cobertura. Cada sitio dentro de cada cobertura estuvo separado por una distancia mínima de 200 m.

Los individuos capturados en las trampas fueron identificados y contados, después de lo cual fueron liberados.

Resultados

Registramos un total de 12 especies de Euglossini, representadas por 115 individuos (Cuadro 1). De los 115 individuos capturados, 94 fueron capturados con la fragancia cineol. Esto sugiere que este compuesto químico es más efectivo. Las tres especies más abundantes, *E. saphirina*, *E. heterosticta* y *E. imperialis*, abarcan casi el 82% de las capturas totales.

No se presentaron diferencias en las abundancias de las especies de abejas entre las diferentes coberturas, excepto para *E. heterosticta*, que presentó una abundancia significativamente mayor en el bosque secundario que en las otras dos coberturas ($\chi^2 = 6.64$, $p = 0.036$, g.l. = 1, Fig. 1).

Cuadro 1. Riqueza y abundancia de especies de abejas Euglossina capturadas en la Estación Biológica la Selva.

Especie	No. individuos	Porcentaje
<i>Euglossina saphirina</i>	35	30.43
<i>E. heterosticta</i>	31	26.96
<i>E. imperialis</i>	28	24.35
<i>E. championi</i>	5	4.35
<i>Eulaema meriana</i>	4	3.48
<i>E. halosticta</i>	3	2.61
<i>E. tridentata</i>	3	2.61
<i>E. handsoni</i>	2	1.74
<i>E. asarophora</i>	1	0.87
<i>E. dotsonii</i>	1	0.87
<i>E. gorgonensis</i>	1	0.87
<i>Eulaema bombiliformis</i>	1	0.87

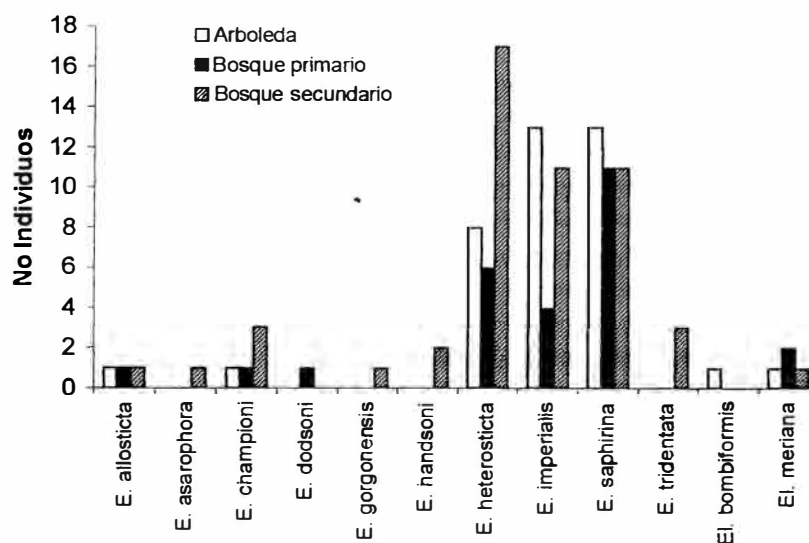


Fig. 1. Abundancia de individuos por especie para Euglossini en tres tipos de cobertura en la Estación Biológica La Selva.

Encontramos una mayor diversidad de especies en el bosque secundario que en las otras dos coberturas (Cuadro 2). Igualmente, encontramos un mayor número de individuos de abejas atraídos por la fragancia cineol en el bosque secundario ($X^2 = 7.18$, $p = 0.02$, g.l. = 1, Cuadro 3).

Cuadro 2. Número de especies de abejas Euglossini capturadas por tipo de cobertura y fragancia.

Fragancia	Arboleda	Bosque Primario	Bosque Secundario
Cineol	6	5	10
Salicilato de Metilo	4	6	3
Total de especies	7	7	10

Cuadro 3. Número de individuos de abejas Euglossini capturadas por tipo de cobertura y fragancia.

Fragancia	Arboleda	Bosque Primario	Bosque Secundario
Cineol	29	18	47
Salicilato de Metilo	9	8	4
Total de individuos	38	26	51

Variables ambientales. Se presentó una mayor radiación incidente para el bosque secundario, seguido de la arboleda y el bosque primario. La temperatura ambiental fue muy similar para los tres sitios, y la humedad, al igual que la radiación incidente, fue mayor para el bosque secundario (Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores promedio de tres variables ambientales para el 5 de Enero de 2003 en tres sitios de estudio, Estación Biológica la Selva.

Sitios	Radiación (luxes)	Temperatura (° C)	Humedad (%)
Bosque secundario	1478.3	27.3	85.3
Bosque primario	480	27.2	81.7
Arboleda	1230.3	27.4	73.7

Discusión

Encontramos una mayor diversidad y abundancia de especies de Euglossinas en bosque secundario que en el área de la arboleda sin sotobosque, con menor densidad de individuos y, en general, más abierta, lo cual ha sido reportado anteriormente (Powell & Powell 1987). Atribuimos esta diferencia con las otras dos coberturas a la presencia de un sotobosque más denso. En la arboleda no se presenta una cobertura de sotobosque debido al uso y manejo continuo y hacia el bosque maduro la luz actúa como un limitante para el crecimiento del sotobosque (Cuadro 4).

Además, la mayor cantidad de luz hacia el bosque secundario favorece probablemente el crecimiento de muchas especies de plantas tolerantes a la luz, por lo que se pueden presentar más fases o estratos, lo cual incrementaría la presencia de flores. Aunque no se midió la cantidad de flores, el número de especies utilizadas por euglossinas, como *Calathea* spp. y *Heliconia* spp. (Janzen 1991) fue mayor en el bosque secundario (obs. pers.).

Referencias

- Janzen D. H. 1991. Insectos. Pp.619-779. En: Janzen D. H. (ed.). Historia natural de Costa Rica. Universidad de Costa Rica.
- Meffe G. K & Carroll C. R. 1990. Principles of conservation biology. Sinauer associates, inc. Massachusetts.
- Powell H. A & Powell G. V. N. 1987. Population dynamics of male euglossine bees in amazonian forest fragments. *Biotropica* 19: 176-179.
- Tonhasca Jr. A., Blackmer J.L. y G.S. Albuquerque. 2002. Abundance and diversity of Euglossine bees in the fragmented landscape of the brazilian Atlantic forest. *Biotropica* 34: 416-422.

ARTROPODOS SIMBIONTES DE LA TELA EN PLANCHA DE LA ARAÑA *Tengella radiata* (FAM. TENGELLIDAE)

Luciana Elizalde, Xyomara Carretero, Carlos Martínez Rivera, Rodrigo Becerra, Delicia Pino y Vivian Méndez.

Editor: Alain Carretero.

Resumen. *Tengella radiata* es una araña que construye telas en plancha, habitadas por varios artrópodos simbios. Probamos si la presencia de simbios estaba relacionada con el tamaño, la edad y suciedad de la tela. Encontramos que el tamaño de la tela afecta la cantidad de algunos de los simbios que viven sobre ella, ya que las telas más grandes tenían mayor abundancia de arañas que no construyen tela y chinches. Tanto estas arañas como las chinches se relacionan mutuamente, de forma que si hay más chinches habrá más arañas. Sin embargo, ni la edad ni la suciedad determinaron el cambio en la abundancia de estos organismos asociados. Nuestros resultados muestran que las arañas sin tela y las chinches tienen una relación muy estrecha con la tela, cosa que no ocurre para las arañas que tejen tela.

Palabras Clave: *Tengella radiata*, simbios, tela en forma de plancha.

Introducción

Tengella radiata (Fam. Tengellidae) es una araña que construye telas en forma de plancha, con un túnel de resguardo donde permanece durante el día, mientras que en la noche se encuentra en la entrada del túnel, alerta a cualquier movimiento de la tela causado por una presa. Existe una relación directa entre el tamaño de la araña y el diámetro del túnel, pero arañas grandes no necesariamente se encuentran sobre telas grandes (Eberhard et. al. 1993).

Las telas de *Tengella* no son renovadas diariamente, sino que las arañas depositan hilos todos los días (Méndez com. pers.). Esto favorece el encuentro de varios artrópodos simbios. Entre las arañas simbios se encuentran *Philoponella vicina* (Fam. Uloboridae), *Mysmenopsis tengellacompa* (Fam. Mysmenidae) y *Argyrodes bryantae* (Fam. Theridiidae). Además, se encuentran los adultos y las ninfas de los hemípteros *Lipokophila eberhardi* y *L. tengella* (Fam. Plokiophilidae). y *Megaselia scalaris* (Fam. Phoridae) (Eberhard et. al. 1993). Entre estos simbios y la araña *T. radiata*, pueden ocurrir ciertas interacciones como competencia, parasitismo, depredación y comensalismo (Méndez com. pers.).

El establecimiento de los simbios puede ser determinado por las tasas de captura de *T. radiata*, que comparado con otras especies son substancialmente más bajas (Santana et. al. 1990). En las telas juveniles frecuentemente no se encuentran simbios (Eberhard et. al. 1993). Algunos de estos simbios pueden denominarse cleptoparásitos ya que utilizan el alimento que captura *T. radiata*, aprovechando que esta araña no responde a la presencia de pequeñas presas en sus telas (Eberhard et. al. 1993).

El objetivo de este trabajo es evaluar por un lado, si los simbios son más abundantes en telas mayores de *T. radiata*, ya que un aumento del tamaño de la tela le permitiría a la araña tener mayor superficie de captura, brindando a los simbios más sitios para esconderse y mayor cantidad de alimento. Por otro lado, debido a que la tela no se renueva periódicamente, el área de captura se ve disminuida por la presencia de basura, que no es removida por la araña. Por esto, suponemos que la suciedad en la

tela afectaría el número de simbioses. Muchos de los insectos no serían capturados por *T. radiata* porque la basura taparía las áreas pegajosas y podrían ser capturados por telas de arañas simbióticas. Así, en telas muy sucias, encontraríamos una mayor cantidad de arañas simbióticas que construyen tela.

En cambio, para el caso de los simbioses que viven sobre la tela, la cantidad de suciedad estaría perjudicándolos ya que se capturarían menos insectos. Entonces encontraremos menor cantidad de ellos en telas con gran cantidad de suciedad.

Métodos

Realizamos este trabajo en un bosque tropical lluvioso, localizado en la estación biológica La Selva, durante el mes de febrero de 2003. Localizamos 40 telas de *Tengella radiata* cercanas entre sí. Para cada tela estimamos el porcentaje de tela con basura en forma subjetiva, siendo siempre la misma persona la que hacía la estimación. Para analizar la importancia del tamaño de la tela sobre la abundancia de simbioses, multiplicamos el ancho por el largo de la tela. Esto no es el área de la tela debido a que la plancha no es rectangular, sino más bien trapezoidal (presentando variaciones), pero da una idea aproximada de ésta. Anotamos si existían telas de arañas simbióticas y moscas sobre la tela.

Para determinar la edad de la telaraña, contamos la cantidad de hilos horizontales y verticales, asumiendo que una mayor cantidad de hilos implicaba mayor edad de la tela. Para que los hilos no se mezclaran y puedan ser contados, utilizamos un recuadro de papel de 7 x 5 cm, con cinta adhesiva en los bordes, que colocamos a cada lado de la tela para inmovilizar una porción de ésta, que luego recortamos con tijeras. En el laboratorio contamos la cantidad de hilos horizontales y verticales, perpendiculares entre sí.

Luego, colectamos la tela entera, utilizando una bolsa plástica. Esto lo realizamos rápidamente para que se escaparan la menor cantidad posible de simbioses, y en el laboratorio separamos a morfoespecies y contamos las abundancias para hacer correlaciones de Spearman en los análisis para así identificar los tipos interacciones entre *T. radiata* y sus simbioses.

Resultados

Encontramos simbioses representantes de las siguientes familias de arañas: Pholcidae, Uloboridae (ambas fueron las más abundantes con tela propia), Theridiidae (era la más abundante sobre la tela de *T. radiata*), Mimetidae, Mysmenidae y Salticidae. También estaban presentes en las telas colectadas las dos especies de chinches, *Lipokophila eberhardi* y *L. tengella*, y dos fóridos no identificados. Además, encontramos en determinadas telas una gran cantidad de moscas pertenecientes a la Fam. Cecidomyiidae.

Encontramos más simbioses que habitan sobre la tela en planchas más grandes (arañas sin tela $r = 0.661$, $p < 0.001$; adultos de chinche $r = 0.34$, $p = 0.032$). Por su parte, la abundancia de las arañas con tela no fue influenciada por el tamaño de la tela de *T. radiata* ($r = 0.119$, $p = 0.463$) ni tampoco lo fueron las ninfas de chinche ($r = 0.256$, $p = 0.11$).

Encontramos una relación de comensalismo entre los chinches (adultos y ninfas) y las arañas sin tela están relacionadas entre sí, incrementando su abundancia en forma simultánea (Ninfas: $r = 0.46$, $p = 0.003$, Adultos: $r = 0.64$, $p < 0.001$). No observamos una relación de comensalismo entre las arañas que construyen tela y los

chinchas ($r = 0.12$, $p = 0.46$). Por otro lado, notamos una relación inversa entre el número de chinchas ninfas y adultas ($r = 0.63$, $p < 0.001$).

La cantidad de hilos totales (horizontales x verticales) en la tela, que consideramos como una medida de la edad de la ésta, no presentó relación con ninguno de los grupos de simbioses que encontramos. Por su parte, la basura no influye en la abundancia de simbioses. Sin embargo, hay una marcada tendencia a que las arañas con tela se encuentren asociadas a telas de *T. radiata* que presentan más suciedad ($r = 0.307$, $p = 0.057$)

Discusión

Los simbioses que viven sobre la tela dependen más de ella, ya que se alimentan exclusivamente allí. Por lo tanto, el aumento del tamaño de la tela posiblemente favorece este grupo de simbioses, al aumentar la zona de captura. En cuanto a las ninfas del chinche, que no presentan esta relación pero viven sobre la tela, puede deberse a una mortalidad diferencial entre los estadios ninfales, que será mayor que en telas más pequeñas.

Existe una relación positiva entre las arañas sin tela y la cantidad de chinchas, que probablemente se debe a que el chinche produce una secreción que tranquiliza a las arañas *T. radiata* y permita que se establezcan las arañas simbioses (Méndez *com. pers.*). La relación existente entre las ninfas y adultos del chinche se puede explicar por la posible tendencia de los adultos a permanecer en el sitio de oviposición, aumentando la abundancia local de chinchas sobre una tela.

Como no encontramos evidencia de que en telas de mayor edad se asocien con una mayor cantidad de simbioses, deducimos que los simbioses colonizarían rápidamente la tela y que luego permanecerían en número relativamente estable. Otra posibilidad que explicaría este resultado es que la cantidad de hilos no refleje exactamente la edad de la tela, y que en cambio las diferencias en el número de hilos sea consecuencia de diferencias entre los comportamientos individuales de las arañas en la tasa de agregación de hilos.

Al no encontrar relación entre los simbioses y la cantidad de suciedad en la tela, se podría sugerir que ésta no afecta la eficacia de la tela para capturar insectos. También es posible que *T. radiata* deposite hilos frecuentemente sobre la tela sucia. Observamos la presencia de las arañas *T. radiata* en telas muy sucias. Sin embargo, existe una tendencia a un aumento de la cantidad de arañas con tela en relación al porcentaje de suciedad de la misma. Esto apoyaría nuestra predicción de que la tela de *T. radiata* sucia funcionaría como una red que detiene a los insectos, haciéndolos rebotar en las telas de las arañas simbioses con tela, debido a que no tiene pegamento en la zona de captura.

Bibliografía

- Eberhard W. G., Platnick N. I. y Schmit R. T. 1993. Natural history and systematics of arthropod symbionts (Araneae, Hemiptera, Diptera) inhabiting webs of the spider *Tengella radiata* (Araneae, Tenggellidae). *Am. Mus. Nov.* 3065: 1-17.
- Santana M., Eberhard W. G., Bassey G. y Prestwich K.N. 1990. Low predator rates in the field by the tropical spider *Tengella radiata* (Araneae: Tenggellidae). *Biotropica* 22: 305-309.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PECES EN UNA QUEBRADA DE BOSQUE LLUVIOSO

Marcelo Ardón, Ruth Percino-Daniel, Josué Ramírez, Irene Zager, Rosalía Fariña, Johel Chaves & Marco Rodríguez.

Resumen. Caracterizamos el patrón espacial de un grupo de peces en una quebrada de la Estación Biológica de La Selva. También evaluamos si el patrón estaba determinado por factores biológicos como el tamaño de peces y ecológicos como la disponibilidad de alimento. Delimitamos un área de 5 x 5 m sobre el cauce de la quebrada Surá para establecer el área donde realizamos las observaciones. Dentro de ésta área llevamos a cabo 16 períodos de observación sobre la conducta de aleteo y alimentación de los peces, así como de su ubicación dentro de la quebrada. Observamos que hay un patrón en la distribución espacial de las especies registradas. Los Cíclidos prefieren estar en las orillas del río, mientras que los Characidos se distribuyen a lo largo de todo el río. No encontramos relación entre el tamaño de los peces y sus conductas de desplazamiento y tasa de alimentación. Sin embargo, el tamaño de los peces fue importante en la frecuencia de aleteo; es decir, los peces pequeños tienen un mayor gasto energético para realizar sus actividades básicas en comparación con los peces de mayor tamaño.

Palabras Clave: Cíclidos, Characidos, distribución espacial.

Introducción

La variación en la distribución espacial de los organismos dentro de un área es una pregunta fundamental en ecología (Ricklefs 1990). Se han desarrollado numerosos modelos para tratar de determinar los factores más importantes que dictan la distribución de los individuos dentro del ambiente. Uno de los más utilizados ha sido el modelo de forrajeo óptimo. Este modelo se basa en que los organismos optimizan sus entradas de energía maximizando la cantidad y calidad del alimento consumido y minimizando los costos asociados para conseguir alimento.

En peces se han desarrollado gran número de investigaciones que demuestran que de acuerdo a su estadio, los individuos pasan más tiempo forrajeando en lugares donde la ganancia es máxima. El objetivo de este proyecto fue caracterizar patrones de distribución de los peces en una quebrada de un bosque lluvioso y tratar de entender si estos determinados por factores biológicos (tamaño de los peces y gasto energético) y ecológicos como el disponibilidad de alimento.

Materiales y métodos

Llevamos a cabo este proyecto en la Estación Biológica La Selva, Provincia de Heredia, Costa Rica. La Selva alberga bosque lluvioso de bajura, con una precipitación media anual de 4000 mm (McDade y Hartshorn 1994).

Realizamos las observaciones en la quebrada localizada en la intersección del sendero Surá y el Lindero Occidental. Delimitamos una cuadrícula de 5 m x 5 m con dos cuerdas, una sobre el cauce de la quebrada y la otra a lo ancho la quebrada, para llevar a cabo las observaciones. Establecimos dos períodos de observación: 10:00 am a 12:00 pm y 12:30 pm a 14:00 pm. Durante ambos periodos, tres personas realizaron observaciones sobre diferentes peces individuales escogidos al azar. Para cada

individuo registramos la longitud total estimada y la posición inicial (horizontal, vertical y profundidad). A continuación se llevaban a cabo dos periodos consecutivos de observación: el primero con una duración de 15 s, registrábamos el número de aleteos dados con la aleta caudal, y en el segundo de 30 s, se contabilizó el número de “mordiscos” dados como un estimador de la tasa de alimentación. Finalmente, se anotaba la posición final del pez dentro de la cuadrícula.

En aquellos casos en que era posible, realizamos varias mediciones consecutivas de un mismo individuo para evaluar las posibles variaciones en comportamiento a lo largo del tiempo.

Para el análisis de los datos, calculamos el promedio de las observaciones y realizamos un análisis de regresión a los datos transformados con logaritmos naturales, así como correlaciones de Spearman. Debemos aclarar que los mismos individuos fueron medidos en varias oportunidades, por lo que los datos recopilados no son independientes. Sin embargo, como nuestro objetivo era determinar si había patrones en la distribución espacial, podemos considerar que lo que estábamos observando eran decisiones de los peces. Es decir, en cualquier momento el pez podía decidir a donde estar y se podría discutir que las decisiones en cada momento eran independientes.

Resultados

En total, observamos peces pertenecientes a tres familias: Ciclidae, Characidae, y Poeciliidae. Observamos al menos tres especies de Ciclidos: *Parachromis dovii*, *Neotroplus nematopus*, y un individuo de *Herotilapia multispinosa*. De Characidos, observamos dos especies *Brycon guatemalensis* y *Astyanax aeneus*. Hay que destacar que para los análisis separamos las *Brycon* más grandes del otro Characido, ya que consideramos que presentaban comportamientos bastante diferentes. Los Ciclidos se encontraban más en las orillas de la quebrada (Fig. 1). Los peces de la especie de *Brycon* utilizaron casi toda la quebrada, y los Characidos parecen preferir los sitios en el centro de la quebrada (Fig. 1).

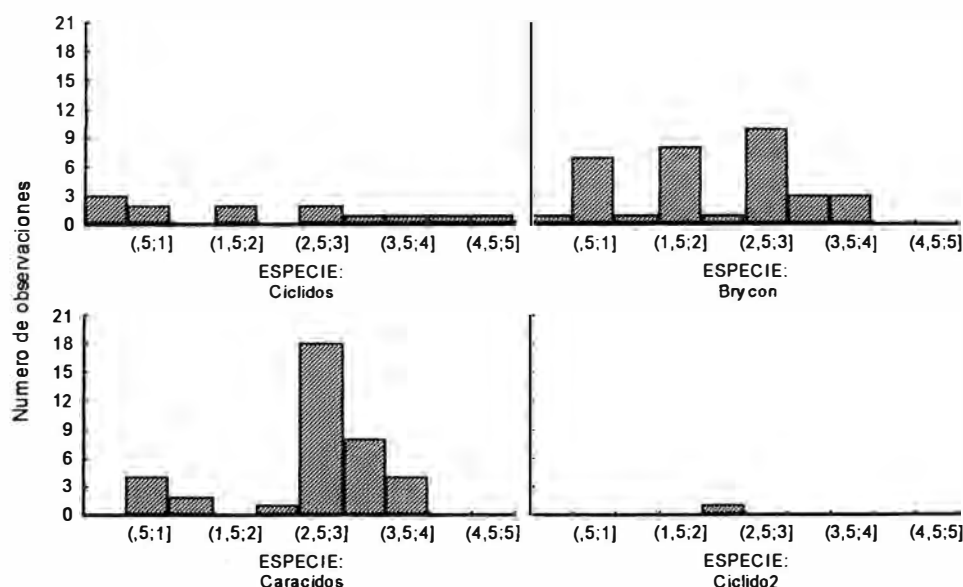


Fig. 1. Posición de los peces a lo ancho de la quebrada Surá.

La disposición espacial de los individuos no estuvo relacionada con su tamaño, los desplazamientos horizontales realizados o el número de mordiscos de las diferentes especies (Fig. 2 y Fig. 3; $P>0.60$ en todos los casos).

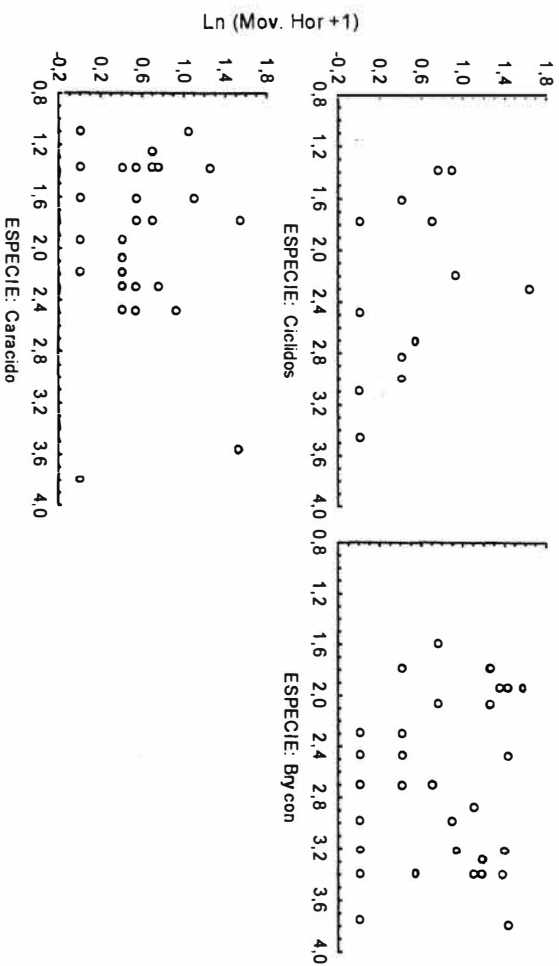


Fig. 2. Desplazamiento de individuos de varios tamaños en los grupos de peces observados en la quebrada Surá.

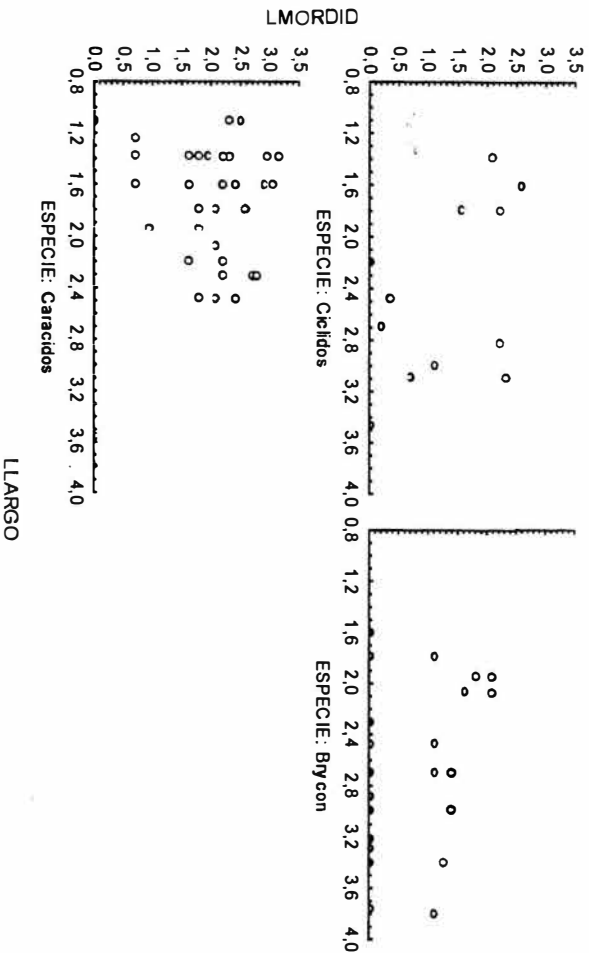


Fig. 3. Número de mordidas de peces de varios tamaños de los grupos observados en la quebrada Surá.

Observamos una clara relación entre el tamaño de los peces y el número de aleteos en *Brycon* y en los Carácidos (Fig. 4) (Ciclidos: N = 13 , Spearman R = -0.306 , $p = 0.308$; *Brycon*: N = 34 , Spearman R = -0.758 , $p < 0.001$; Carácidos: N = 37, Spearman R = 0.77, $p < 0.001$).

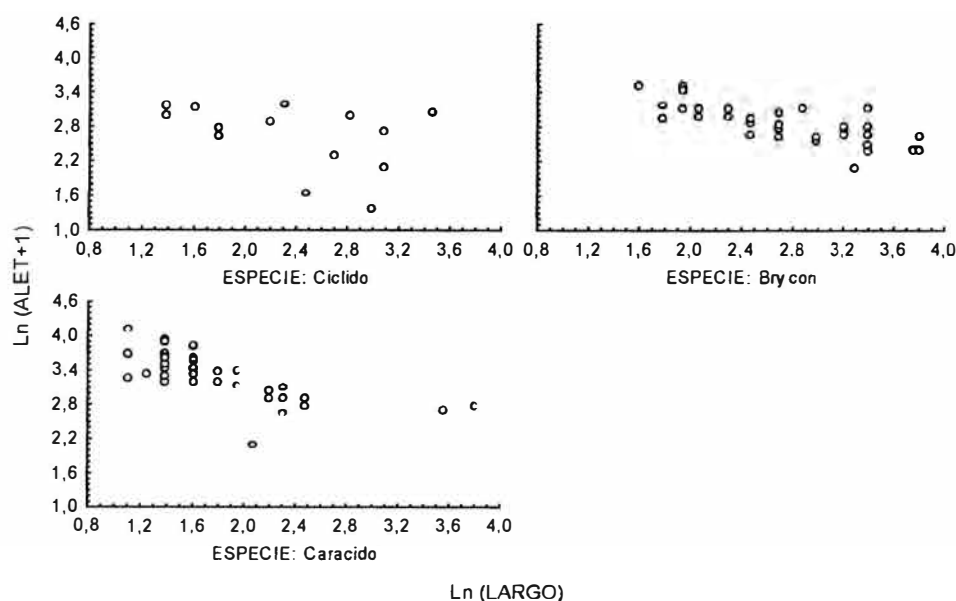


Fig. 4. Aleteo en peces de diferentes tamaños en los grupos observados en la quebrada Surá.

Discusión

Los resultados sugieren que hay una distribución espacial de las especies que encontramos en la quebrada, lo cual está relacionado con la biología de cada especie. Las especies de cíclidos tienden a estar en las orillas, donde pueden esconderse detrás de rocas o malezas. Mientras se realizaban las observaciones este comportamiento estuvo asociado con un incremento en la dificultad de observar a estos individuos conforme estaban más cerca de la orilla. Los peces de la especie *Astyanax aeneus* tienden a concentrarse en el centro, aun cuando suelen preferir riachuelos de muy poca corriente (Bussing 1987). *Brycon guatemalensis* se distribuyó en todo el cuadrante, lo cual nos indica que no tiene una preferencia por un sitio particular en la quebrada. Esta especie es considerada muy abundante en aguas de varias velocidades, incluso de las más rápidas (Bussing 1987).

Por otro lado, la razón de que no encontráramos una relación del tamaño de los peces con respecto al número de mordiscos (tasa de alimentación), es debido a que tienen diferentes tipos de alimento y que la disponibilidad de alimento no es limitada para peces pequeños y grandes. Los Carácidos se alimentan de frutos, semillas, insectos acuáticos y terrestres, mientras que los Cíclidos, son carnívoros, alimentándose de otros peces y también de algas filamentosas que se encuentran encima de rocas y troncos caídos (Bussing 1994), y que además explica el porque observáramos más cíclidos en las orillas. Finalmente, al parecer los peces de mayor tamaño son más eficientes en el gasto energético, ya que observamos que en peces pequeños hubo un mayor número de aleteo, es decir que invierten mucho más energía para realizar sus actividades básicas.

Referencias

- Bussing , W. A. 1994. Ecological aspects of the fish community. Pág. 195-209. In L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide, y G. S. Hsrtshorn (eds). La Selva. Ecology and natural history of a neotropical rain forest. The university of Chicago Press. Estados Unidos de America.
- Bussing , W. A. 1987. Peces. De las aguas continentales de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
- McDade, L. A y G. S. Hartshorn. 1994. La Selva Biological Station. Págs. 6-14. In L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide y G. S. Hartshorn (Eds.). La Selva. Ecology and natural history of a Neotropical rain forest. The university of Chicago Press. Estados Unidos de America.
- Ricklefs R. E. 1990. Ecology. 3rd. Ed. W. H. Freeman and Company. Nueva York. Estados unidos de America.

ASOCIACIONES MICORRÍTICAS ENTRE *Ionopsis utriculariodes*. (ORQUIDACEAE) Y RIZOCTONIA

Jimena Forero-Montaña

Resumen. Exploré la relación entre la edad de plantas *I. utriculariodes* y su porcentaje de infección micorrítica. El porcentaje de infección no varió en función del tamaño de la planta y al parecer otros factores como intensidad lumínica, temperatura, humedad relativa y pH, asociados al sitio donde crece la planta y al sustrato donde se desarrolla la raíz, pueden influenciar las asociaciones micorríticas.

Palabras Clave: *Ionopsis*, micorrizas en orquídeas, Rizoctonia

Introducción

Ionopsis utriculariodes es una orquídea neotropical, se encuentra en tierras bajas, asociada a zonas perturbadas (Montalvo & Ackerman 1987), es común encontrarla sobre ramas de guayabos y naranjos (T. Otero com.pers.). Tiene un ciclo de vida acelerado y cada inflorescencia produce más de 100 semillas (Montalvo & Ackerman 1987).

Las semillas de las orquídeas son muy pequeñas y carecen de tejidos de reserva. Para obtener nutrientes durante la germinación necesitan asociarse con hongos micorríticos (Allen 1993, Otero et al. 2002). Por el contrario, las plantas adultas pueden vivir sin micorrizas (Raven et al 1981).

Las micorrizas de las orquídeas se caracterizan porque el hongo siempre es basidiomiceto y la infección es interna. Además de minerales, principalmente fosforo, el hongo también proporciona carbono a la planta (Raven et al 1981, Richardson 1993). En la naturaleza el hongo no es transportado con la semilla, cada semilla debe ser infectada independientemente después de ser dispersada (Richardson 1993). El grado de especificidad por el tipo de hongo varía entre las especies, la mayoría de las orquídeas son hospederas de más de un linaje de hongos (Richardson 1993, Otero et al 2002). En contraste *I. utriculariodes* es considerada la orquídea mas específica porque solamente establece asociaciones con hongos Rizoctonia (T. Otero com. pers.).

Dada la importancia de las micorrizas en la germinación de las orquídeas, quise saber si el porcentaje de infección de las células de la raíz de *I. utriculariodes* está determinado por la edad de la planta.

Materiales y Metodos

Este trabajo lo realicé en la Estación Biológica La Selva en Costa Rica. Colecté trece plantas en cuatro guayabos localizados en el borde de la carretera que conduce a la estación. De cada planta escogí cuatro raíces, realicé diez cortes en cada raíz y los teñí con Fucsina. Calculé el porcentaje de infección de cada corte estimando el número de células que presentaban micorrizas. Para calcular la edad de las plantas asumí que esta se refleja en el tamaño de las hojas, por lo que medí la hoja mas larga.

Resultados y Discusión

El porcentaje de infección no varió en función del tamaño de la planta. En plantas de similar tamaño se presentaron diferencias en el porcentaje de infección ($r = 0.34$, $p = 0.25$, Fig. 1). Ocurrieron diferencias entre raíces de una misma planta y entre

plantas que se encontraban en distintos guayabos ($F = 19.5$, $p < 0.0001$, g. l. = 432 para plantas y $F = 21.60$, $p < 0.0001$, g.l. = 441 para guayabos).

El porcentaje de infección de las raíces de *I. utricularoides* también puede estar influenciado por otros factores que afectan el crecimiento de los hongos, como son, intensidad lumínica, temperatura, humedad relativa y pH. Estos factores dependen del sitio donde crece la orquídea y del sustrato donde se desarrolla la raíz.

Referencias

- Allen, F. A. 1991. The Ecology of Mycorrhizae. Cambridge University Press. U.K.
- Otero, J. T., J. D. Ackerman & P. Bayman. 2002. Diversity and Host Specificity of Endophytic Rhizoctonia – Like Fungi from Tropical Orchids. American Journal of Botany 89: 1852 – 1858.
- Montalvo, A. M. & J. D. Ackerman. 1987. Limitations to Fruit production in *Ionopsis utricularioides* (Orchidaceae). Biotropica. 19: 24 – 31.
- Raven, P. H., R.F. Evert & H. Curtis. 1981. Biology of Plants. Worth Publisher, Inc. New York.
- Richardson, K. A. Endophytic Fungi from the Roots of Neotropical Epiphytic Orchidaceae from La Selva, Costa Rica. Master of Science. The University of Alberta.

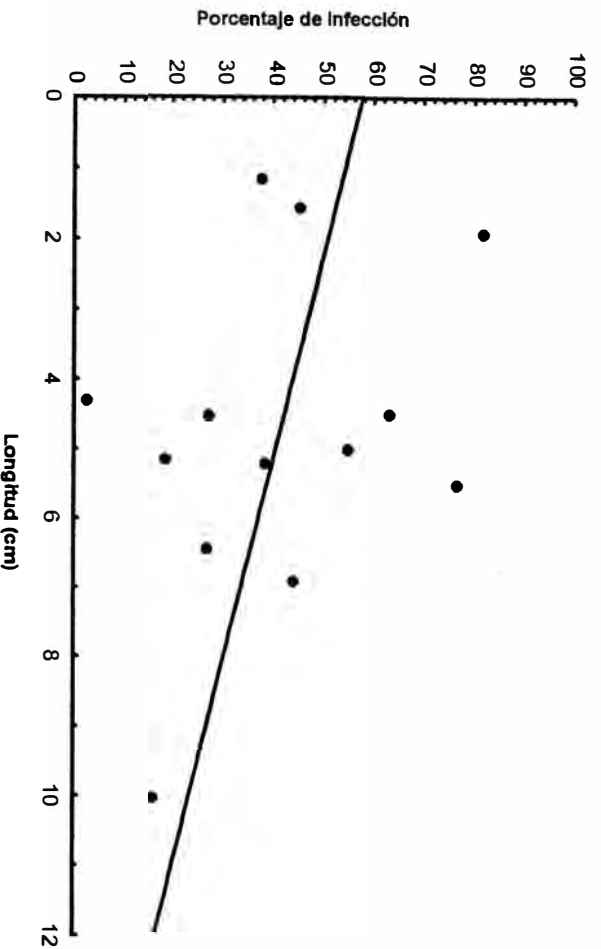


Fig. 1. Relación entre longitud de la hoja y porcentaje de infección micorrizica.

EFFECTO DE LA COLONIZACIÓN HEPÁTICAS EPÍFILAS SOBRE LAS HOJAS DE *ISCHNOSIPHON* SP. (MARANTHACEAE)

Juan Carlos Villarreal A.

Resumen. La colonización por briofitas epífilas muestra un cierto intercambio en que las epífilas y las hojas hospederas parecen obtener ventajas y perjuicios de esta relación. En este estudio determiné la cantidad de luz interceptada por la cubierta de epífilas la que alcanzaba hasta un 60% de la luz incidente. Existe una ligera diferencia entre los sitios no colonizados y los que las briofitas fueron removidas, lo que indica que existen cambios ecofisiológicos debido al efecto sombra de las epífilas. Este estudio implica la necesidad de explorar algunos factores fisiológicos envueltos en esta asociación.

Palabras Clave: Epífilas, Intercepción de luz, *Ischnosiphon*

Introducción:

La colonización de hojas por organismos epífilos es una característica de los bosques tropicales del mundo. Briofitas, líquenes, hongos y cianobacterias habitan las hojas de diversas especies vegetales (Witkamp 1970). La colonización de epífilos, como otras asociaciones entre plantas, muestra cierto intercambio en el cual ambos (los epífilos y la planta) parecen obtener ventajas y desventajas de esta asociación. Se ha relacionado la presencia de epífilos con la absorción de minerales que provienen de las lluvias (Witkamp 1970), como barrera ante la herbivoría (Coley y Kursar 1996) y formando el ambiente propicio para el crecimiento de cianobacterias las cuales incrementan la producción de nitrógeno, el cual puede ser aprovechado por la hoja (Lüttge 1997). Dicha producción de nitrógeno se ha estimado desde 2-60 kg/ha/año representando beneficios potenciales para la planta hospedera (Freiberg 1994). Por otro lado, es sabido que las epífilas pueden interceptar de 55-85 % de la luz incidente, restando área fotosintéticamente activa a la hoja (Coley y Kursar 1996), producir daños mecánicos por el peso extra que representa para la hoja y producir el ambiente propicio para la llegada de organismos patógenos acelerando la senescencia de las hojas (Coley y Kursar 1996).

Las interacciones entre las epífilas y la hoja hospedera ha sido investigada en diversos aspectos por Coley et al. (1993) los cuales muestran estudios manipulativos realizados en bosques nubosos y de tierras bajas presentando los posibles beneficios y perjuicios de esta asociación. Marino y Salazar Allen (1993) han estudiado la composición de especies y su relación con micrositios de diferente intensidad lumínica. Por otro lado, Bien (1982) en un estudio realizado en La Selva reportó 23 especies de hepáticas en una pequeña sección de bosque, relacionó la cantidad de epífilas sobre los diferentes tipos de hojas y la relación con organismos fijadores de nitrógeno. Los anteriores estudios contienen datos interesantes sobre la interacción epífila-hoja y da los lineamientos generales sobre la ecología de esta asociación. Sin embargo, dichos estudios se limitan a pocas especies de plantas y no se conoce sobre los factores fisiológicos intrínsecos como intercambio de gases y fotosíntesis, si la planta presenta algún tipo de defensa química para evitar la colonización, alteración en la cantidad de clorofila por el efecto-sombra de las epífilas o sobre la sucesión ecológica de las briofitas epífilas.

En esta investigación se estudió el efecto de las epífilas en la intercepción de luz incidente en las hojas de *Ischnosiphon* de sitios con epífilos y sin los mismos sobre la misma hoja y las implicaciones ecofisiológicas de esta asociación.

Métodos:

El estudio fue realizado en el sendero Sura en la estación biológica La Selva. En este sendero seleccioné 8 plantas de *Ischnosiphon* sp. en el sotobosque en horas de la mañana. De cada planta tomé dos hojas y medí la cantidad de luz que atraviesa la hoja con un fotómetro, colocando el aparato debajo de la lámina y midiendo tres micrositios uno sin epífilos (control), con epífilos y el mismo sitio pero removiendo las briofitas en un área de 3 cm². Las muestras se iluminaban con luz constante de una lámpara y se tomaban tres réplicas por hoja. En el campo tomé igualmente dos hojas de cada planta y con el porómetro medí la temperatura, humedad relativa y tasa de transpiración en diferentes sitios que los que medí la intercepción de luz. Utilizé un análisis de varianza para conocer si existen diferencias entre la humedad relativa e intercepción entre los tres micrositios en la hoja.

Resultados:

Las hojas de *Ischnosiphon* forman un microhábitat con condiciones particulares. La temperatura de la hoja oscila entre 24.7 y 28.1 °C. La tasa de transpiración varía de 0 (con los estomas cerrados) a 0.982 (ug/cm².s) y el rango de luz interceptada por las epífilas oscila de 31.38 hasta 60 %.

Esta diferencias en intercepción de la luz es marcada entre las regiones con y sin epífilos (ANOVA, $F=37.94$, $P=0.00130$, Fig. 1). Por otro lado, la región control es ligeramente diferente en comparación con la que fue removida de briofitas (Tukey $P=.09$, Fig. 1).

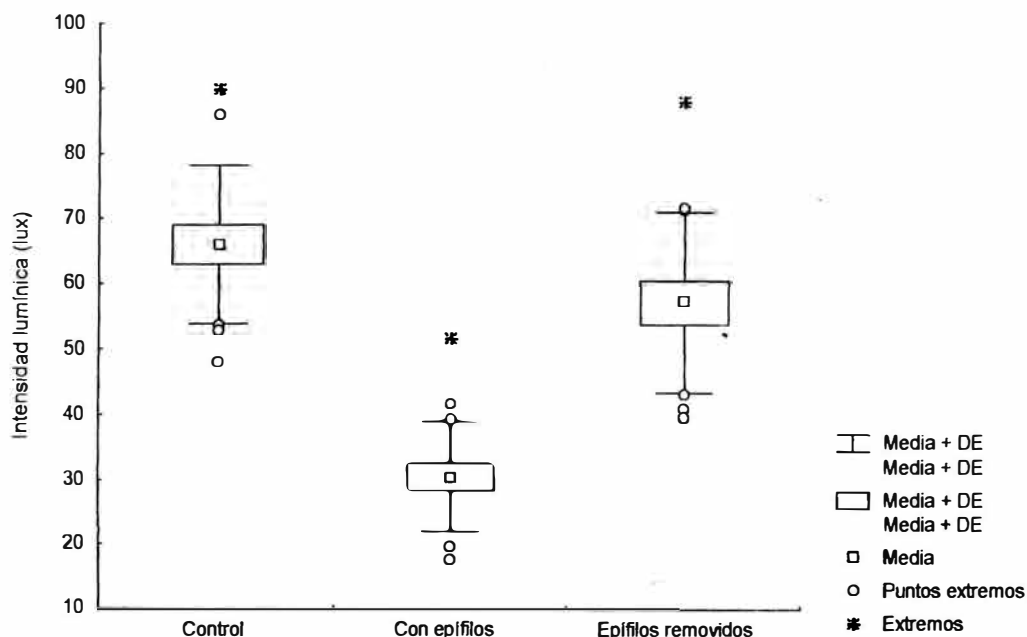


Fig. 1. Medidas de la luz que atraviesa la lámina de la hoja en los tres micrositios.

Discusión

La relación epífilos-hoja es una asociación compleja que presenta tanto beneficios como posibles perjuicios para la planta hospedera. En cada hoja existe un microhábitat muy particular en los que se pueden observar diversos fenómenos ecológicos.

Los datos de temperatura y transpiración muestran una gran variación, lo cual se debe a que se hicieron medidas puntuales de estas variables, sin conocer su variación a lo largo del día y durante las estaciones seca y lluviosa.

En cuanto a la intercepción de luz es esperado que las epífilas cubran secciones de la hoja hospedera, en este estudio alcanzó hasta 60 %. Eze y Berrie (1977) reportaron un 2% de luz interceptada, Bien (1982) de 20-30 % y Coley et al. (1993) de 35-85 % lo cual parece variar entre especies y edad de la hoja. La comparación entre el micrositio en el cual se removieron las briofitas y el control muestran que existe una pequeña tendencia a que los sitios con epífilas removidas intercepten más luz. Esto podría deberse a que estas regiones sufrieron el efecto-sombra de las epífilas. Es conocido que plantas de luz que se exponen a la sombra tienden a producir mayor cantidad de granas y por consiguiente clorofila, incrementando igualmente la cantidad de nitrógeno (Lüttge 1997). Esto da la apariencia de una tonalidad más oscura en las hojas, impidiendo que la luz que atraviesa sea igual a las condiciones normales. Sería interesante medir la concentración de pigmentos en estas regiones para cuantificar como varía la absorción de luz en una misma hoja.

Referencias

- Bien, A. R. 1982. Substrate specificity of leafy liverworts (Hepaticae, Lejeuneaceae) in a Costa Rican rainforest. M. Sc. Thesis, SUNY at Stony Brook.
- Coley, P.D., T.A. Kursar y J.L. Machado. 1993. Colonization of tropical rainforest leaves by epiphylls: Effects of site and host plant leaf leaftime. *Ecology* 74: 619-623.
- Coley, P.D. y T.A. Kursar. Causes and Consequences of epiphyll colonization, Pp. 337-362 en *Tropical Forest Plant Ecophysiology*, S.S. Mulkey, R.L. Chazdon y A.P. Smith (eds.) Chapman y Hall, Nueva York.
- Eze, J.M. y G.K. Berrie. 1977. Further investigations into physiological relationship between an epiphyllous liverwort and its host leaves. *Annals of Botany* 41: 351-358.
- Freiberg, E.R. 1994. Stickstoffixierung in der Phyllosphäre tropischer Regenwaldpflanzen in Costa Rica. Disertación Ph. D., Ulm, Alemania.
- Lüttge, U. 1997. *Physiological Ecology of tropical plants*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, Alemania.
- Marino, P.C. y N. Salazar Allen. 1993. Tropical epiphyllous hepatic composition growing in two species of shrubs in Barro Colorado island: the influence of light and microsite. *Lindbergia* 17: 91-94.
- Witkamp, M. 1970. Mineral Retention by Epiphyllic Organisms. Pp. H-177-181. En *A tropical rainforest. A study of Irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico*. H. Odum y R. Pigeon (eds.). USAEC Division of Technical Information Extension Oak Ridge, Tennessee.

CLARIDAD EN CLAROS, ACLARO: PATRONES DE REGENERACIÓN DE CLAROS JÓVENES DE BOSQUE MADURO, LA SELVA, COSTA RICA

Josué Ramírez Romero

Resumen. Medí la densidad y altura de plantas del sotobosque al centro y borde de claros de bosque maduro en la estación biológica La Selva, Costa Rica. Únicamente se observaron diferencias en el claro de menor edad y menor tamaño: las plantas del centro del borde presentaron mayor densidad pero menor altura que las plantas del borde. Esto puede deberse a que en claros de edad más avanzada, el crecimiento de sotobosque se vuelva más uniforme. Esta investigación anima a continuar con el estudio de los patrones de regeneración de claros mediante el muestreo de bancos de semillas en los mismos.

Palabras Clave: densidad y altura de sotobosque, claros jóvenes de bosque maduro, regeneración.

Introducción

Los bosques tropicales pueden concebirse como mosaicos dinámicos expuestos a diferentes grados de perturbación y regeneración a escalas temporal y espacial. La regeneración de claros en el bosque puede determinar la composición y estructura de especies en tales ecosistemas (Barton 1984).

Se ha propuesto que el tamaño de un claro puede determinar qué especies se establecerán. Los claros grandes, en los cuales la cantidad de luz aumenta, las especies pioneras heliófilas no tienen problema alguno para colonizar, pues además tienen alta dispersión de semillas y muchas de sus semillas presentan dormancia (latencia) a diferencia de las especies tolerantes a la sombra, las cuales por lo general presentan pocas semillas grandes con poco alcance de dispersión (Brokaw 1987 en Dalling *et al.* 1998).

Los claros en los bosques tropicales no son homogéneos. No solamente pueden ser muy diferentes en tamaño, sino también presentan diferencias en las proporciones de luz, temperatura, humedad, tipo de suelo y disponibilidad de nutrientes (Ellison *et al.* 1993). Sin embargo, es posible preguntarse si la regeneración en ellos puede ser determinada por alguno de estas variables o las combinación entre ellas.

En este trabajo, me pregunté si la exposición a luz o la cercanía al límite del claro pueden determinar un patrón de velocidad de regeneración del claro (estimados mediante densidad y altura). Si la exposición a la luz es un factor que determina la densidad y altura de las plantas en el sotobosque, tales variables tendrán valores mayores en el centro del claro con respecto al borde o límites del claro. Sin embargo, si la cercanía al bosque maduro (límite del claro) determina la densidad y altura de plantas en el sotobosque, estas variables tendrán los valores más altos en los límites del claro, con relación al centro del claro.

Materiales y Métodos

Estimé la velocidad de regeneración de claros mediante la medición de la densidad y altura de plantas presentes en cuadrantes a lo largo de transectos del centro del claro, pasando por el límite de la copa del árbol caído hasta 10 metros. Medí las variables (densidad y altura) en tres claros. Definí claros por las dimensiones de la copa del árbol caído (largo x ancho). Los claros utilizados se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Característica de los claros utilizados para medición de variables Densidad y Altura

Claro	Largo x Ancho (m)	Edad
1	16 x 9	< 2 años 4 meses
2	22 x 18	3.5 meses
3	10 x 6	< 3 meses

Medí las variables en cuadrantes (1m^2) sobre dos radios (este y oeste) del claro. Realicé mediciones de dos a tres cuadrículas cada dos metros hasta el límite de la copa del árbol caído y 3 cuadrículas más cada dos metros, de éste hasta el inicio del bosque. Esto se debió a que, en general, los límites de la copa del árbol caído y del bosque con cobertura del dosel no colindaban de manera contrastante.

Resultados

No encontré diferencias significativas entre las densidades (promedio $\pm$ desviación estándar) de plantas del sotobosque en el centro (5.02 ± 2.53) y el borde (3.88 ± 1.66) de todos los claros (ANOVA, $n = 25$). Sin embargo, hallé un efecto significativo de claros y de la intersección entre los dos factores ($F = 6.472$; $gl = 2$; $p = 0.0072$ y $F = 7.419$; $gl = 2$; $p = 0.0042$, respectivamente) (Fig. 1).

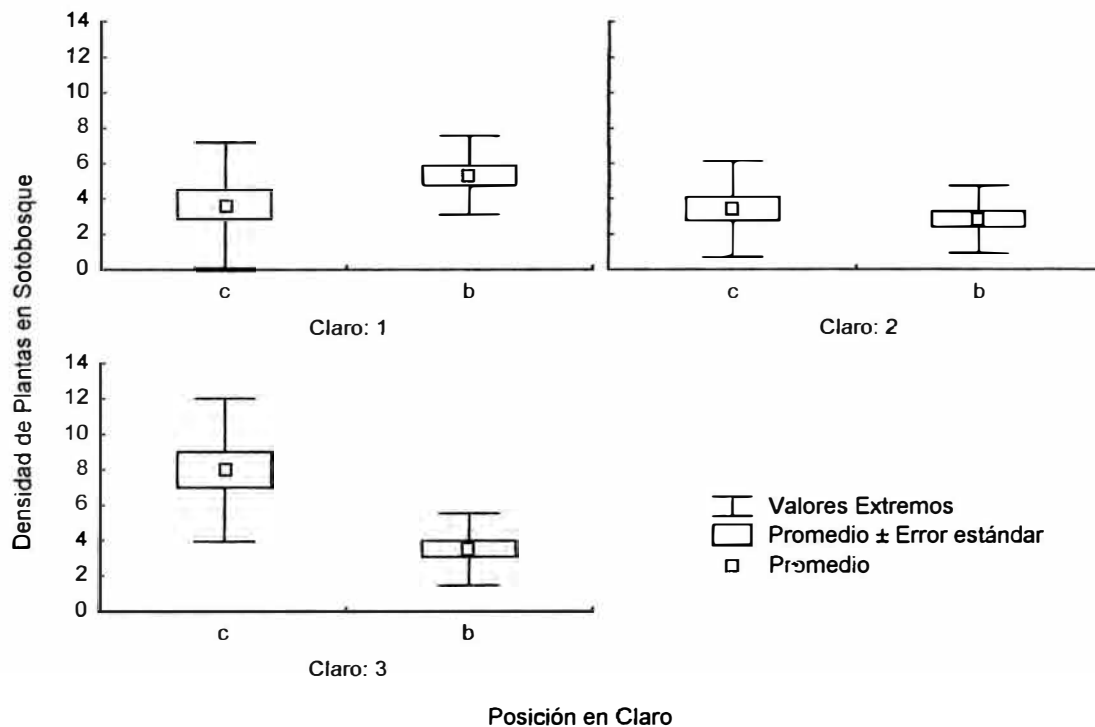


Fig. 1. Densidad de plantas en el sotobosque de tres claros (1 = tamaño intermedio y mayor edad; 2 = mayor tamaño y poca edad; 3 = menor tamaño y poca edad).

Solo existieron diferencias significativas de densidad promedio ($\pm$ D.E.) entre las plantas del sotobosque del centro (8.0 ± 1.732) respecto a las del borde (3.5 ± 0.707) en el claro de menor tamaño y más joven. (Tukey HSD, $p = 0.022$).

Las alturas promedios de plantas ($\pm$ D.E.) de sotobosque del centro (0.37 ± 0.271) y del borde (0.804 ± 0.568) del claro no fueron significativamente diferentes (ANOVA, $F = 3.73$, $p = 0.1931$; $gl = 1,2$; $n = 108$). Sin embargo, la interacción entre ambos factores, claro y posición del claro, sí fue significativamente diferente ($F = 5.55$; $p = 0.005$; $gl = 2$) (Fig. 2).

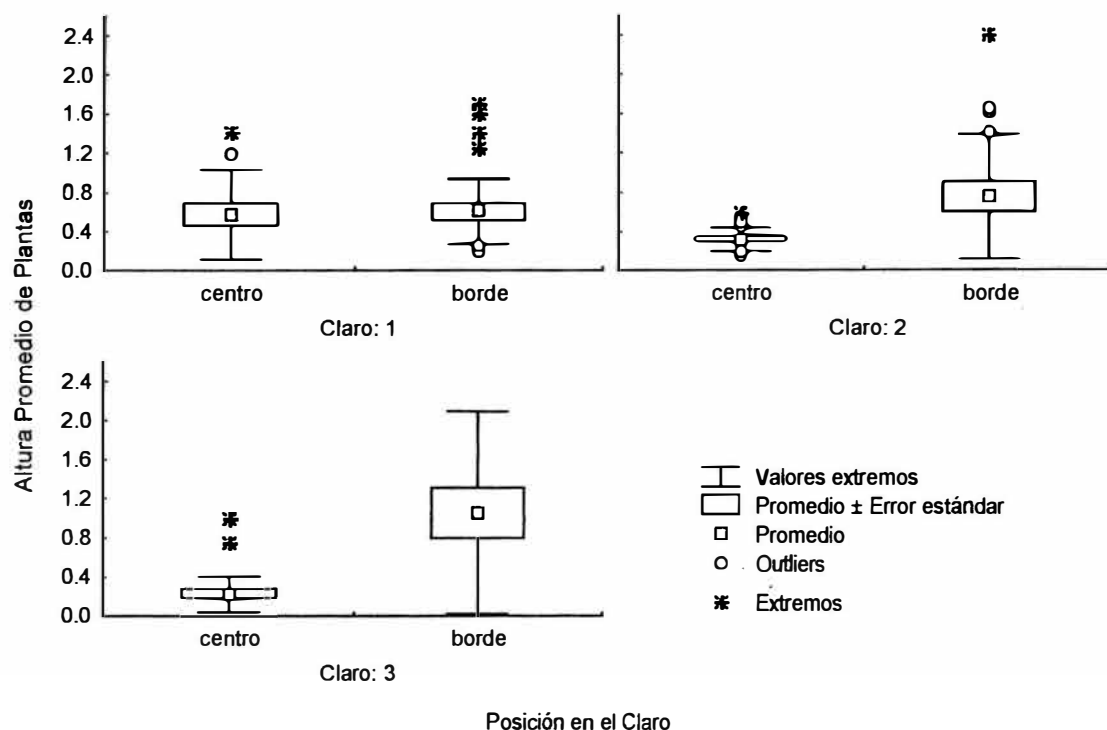


Fig. 2. Altura de plantas en el sotobosque de tres claros (1 = tamaño intermedio y mayor edad; 2 = mayor tamaño y poca edad; 3 = menor tamaño y poca edad).

Las plantas del centro del borde fueron significativamente más altas que las del centro en el claro, pero sólo en el claro de menor tamaño y menor edad (Tukey HSD; $p = 0.00043$).

Discusión

Es posible que, por haber utilizado claros de bosque maduro de diferentes edad y tamaño las diferencias en la densidad y altura entre el centro y el borde no son consistentes. En el claro de tamaño mediano y mayor edad (claro 1), las plantas del centro y del borde presentaron alturas promedio muy similares, aunque el borde presentó una densidad promedio de plantas mayor que el centro del claro (no significativa). Las plantas del borde del claro de mayor tamaño y poca edad (claro 2) presentaron mayor altura pero una densidad ligeramente menor que las plantas del centro del claro (en ningún caso significativa). En el claro de menor tamaño y menor edad (claro 3), las plantas del borde presentaron mayor altura aunque menor densidad que las plantas del centro (ambos significativos). Por tales observaciones puedo inferir que sólo en claros jóvenes es posible encontrar diferencias significativas en altura y densidad de las plantas entre el centro y el borde del mismo. Por tal motivo, es posible que los estudios en regeneración de claros, deben concentrarse en claros pequeños y jóvenes.

Adicionalmente, al haber utilizado claros con pendientes y tipo de suelo similares, los resultados pueden probar el efecto de la edad del claro. En claros de parecida edad (2 y 3) pero con la máxima diferencia en tamaño, las tendencias parecen mas claras: menor altura pero mayor densidad en las plantas del centro que en el borde.

Dado que las alturas máximas en los bordes no excedió a los 2.2 m, es difícil atribuir tales resultados a la medición de variables en plantas del bosque maduro no pertenecientes al claro.

Se ha propuesto que la densidad es un buen estimador del éxito de regeneración en claros de bosques tropicales, ya que puede estar determinado por el reclutamiento de plantas, crecimiento y sobrevivencia de las mismas (Barton 1984).

Sin embargo, ni la densidad ni altura de las plantas pueden explicar por sí mismos el patrón de dispersión de semillas en el claro, que un estudio de banco de semillas revelaría si toma en cuenta diferencias en la biología de la germinación. Es posible que, aunque sean mas abundantes en el borde, las semillas germinen únicamente bajo condiciones óptimas de luz, de acuerdo a sus requerimientos. Las especies pioneras no sólo son dependientes de claros para su establecimiento (aunque tal vez no para su germinación); al parecer son también más abundantes en el centro de claros de gran tamaño (Barton 1984). Sin embargo, puede suceder que semillas de especies pioneras podrían germinar en mayor proporción en el centro del claro, aunque ahí no fueran las más abundantes. Un estudio de banco de semillas en los claros revelaría realmente donde son más abundantes las semillas (en el centro o en el borde) si es que no son igualmente abundantes en ambos sitios y qué semillas (de qué especies) son las más abundantes.

Referencias

- Barton, A. M. 1984. Neotropical Pioneer and shade-tolerant tree species: do they partition treefall gaps? *Tropical Ecology* 25: 196-202.
- Dalling, J. W., Swaine, M.D., y Garwood, N. C. 1998. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pioneer trees in moist tropical forest. *Ecology* 79 (2): 564-578.
- Ellison, A. M., Denslow, J. S., Loiselle, B. A., y Brenés, D. M. 1993. Seed and seedling ecology of Neotropical Melastomataceae. *Ecology* 74: 1733-1749.

PARCELAS DE SUCESIÓN, ¿MALAS VECINAS PARA EL BOSQUE PRIMARIO???

Rosalía Fariña

Resumen. Los graves problemas de la pérdida de hábitat que sufren hoy en día los bosques tropicales se deben en gran medida a la fragmentación. Pero no son solo las reducciones severas las que pueden afectar, sino también se debe tener en consideración a las pequeñas fracciones que sufren algún tipo de división, como puede ser el cruce de caminos, cercas, líneas de tendido. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia que ejercen 5 parcelas de sucesión establecidas en la Estación Biológica La Selva sobre el bosque primario. Esto mediante la comparación de densidades de heliconia en el bosque primario adyacente, como una respuesta a las diferencias de cada parcela. Los resultados indican que existe una relación entre la densidad de la heliconia y la edad de la parcela aledaña. Cada parcela podría estar ejerciendo un efecto de borde sobre el bosque primario, actuando cada una como un fragmento.

Palabras Clave: efecto borde, fragmentación, sucesión

Introducción

El problema de fragmentación del hábitat, constituye una de las formas mas comunes de degradación de los bosques tropicales y modificación del microambiente, lo que provoca un aislamiento progresivo entre los parches de bosque. La fragmentación, que mayoritariamente implica una reducción severa del hábitat, también puede generarse destruyendo una pequeña fracción del hábitat original, como lo que ocurre al dividir áreas de bosque con caminos y cercas. Así, podemos ver que los fragmentos presentan una mayor cantidad de borde y que el centro de cada fragmento está mas cercano a un borde que lo que estaría el centro de un bloque grande de bosque a cualquier borde.

Los efectos de borde mas importantes son los cambios microclimáticos de luminosidad, temperatura, viento y humedad. Estos cambios pueden tener un impacto significativo sobre la vitalidad y composición de las especies del fragmento (Primack et al. 2001).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la influencia que ejercen 5 parcelas de sucesión establecidas en la Estación Biológica La Selva sobre el bosque primario. Cada parcela podría estar afectando la estructura del bosque primario en forma independiente, lo que resultaria en efectos correspondientes a varios fragmentos y no a uno solo a lo largo del borde. Esta evaluación la realicé contabilizando plantas del género heliconias, por tratarse de una especie con alta capacidad para el crecimiento vegetativo que, aparentemente las capacita para colonizar claros en los bosques (Corrales 1986). Así, es de esperar que el número de heliconias en el bosque maduro adyacente disminuya a medida que las parcelas van aumentando en edad.

Método

Este proyecto lo realicé en la Estación Biológica de La Selva. El área de estudio fue la zona de bosque primario que tiene la influencia de 5 parcelas de diferentes edades (0 – 1; 1- 2; 2 – 3; 3 – 4 y 4 – 5 años) y de una zona de bosque secundario de 35 años.

Recorrí el sendero SHO contando los individuos de heliconia presentes desde el sendero y hasta 2 m adentro del bosque, tomando datos de la cobertura de la vegetación a mi altura, utilizando una vara de 1,50 que era colocado en posición vertical y que era observado a una distancia de 3 m midiéndose el porcentaje que quedaba visible. Los datos obtenidos fueron analizados mediante una regresión lineal simple. La densidad la estandaricé a 50 m², pues las áreas muestreadas fueron diferentes.

Resultados

La edad de las parcelas tienden a explicar parcialmente la distribución de la densidad de heliconias en el bosque primario (Fig. 1, $F = 2.45$, $P = 0.19$, $R^2 = 0.38$, $gl = 5$) a diferencia de la relación con la cobertura de la vegetación ($F = 0.03$, $P = 0.95$, $R^2 = 0.02$, $gl = 5$) Anexo 1.

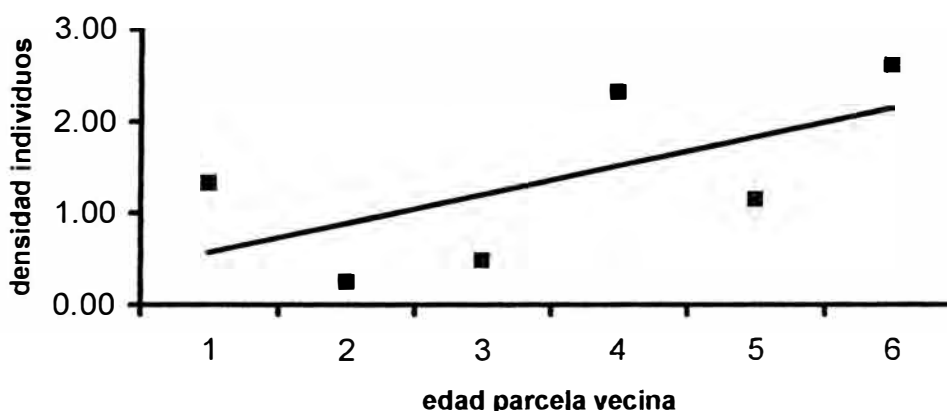


Fig. 1 Relación entre densidad de individuos de heliconia y edad de las parcelas. Los valores de edad corresponden a 1= parcela de 0 – 1 años; 2 = parcela de 1- 2 años ; 3 = parcela de 2 – 3 años ; 4 = parcela de 3 – 4 años ; 5 = parcela de 4 – 5 años y 6 = bosque secundario de 35 años

Discusión

La relación establecida entre la densidad de individuos de heliconia y la edad de la parcela aledaña al bosque primario confirma la hipótesis de que las parcelas están ejerciendo un efecto de borde sobre el bosque primario adyacente. El efecto probablemente se debe a cambios microclimáticos en el borde del bosque, como cambios en la luz, humedad y temperatura lo que facilita o permite el establecimiento de plantas tolerantes a la luz como la heliconia.

La edad de cada una de las parcelas, que actúa independientemente de las otras produciendo efecto borde sobre el bosque primario, influye directamente en la densidad de heliconias, lo cual indica que ejercen efecto independiente (hasta cierto punto) y probablemente un efecto múltiple a la vez.

Esto constituye en un hecho de mucho cuidado para la conservación del área entera de La Selva, por la implicancia a largo plazo que podría tener el que las mismas áreas abiertas que se encuentran dentro del área protegida estén afectando a los bosques primarios. El hecho de no encontrar la misma relación con respecto a la

cobertura de la vegetación, podría deberse a una falta de experiencia del observador en utilizar esta metodología, pero que merece ser evaluado mas a profundidad.

Referencias

- Corrales, L., 1986. Patrones espacio-temporales de la floración de especies de *Heliconia*, en Costa Rica: efectos sobre la dinámica del pólen y sobre las estrategias de explotación del nectar por colibries. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica, San José.
- Primack, R., R. Rozzi, F. Massardo y P. Feisinger. 2001. Destrucción y degradación del hábitat. pp 183-244 En, R. Primack, R. Rozzi, P. Feisinger, R. Dirzo, F. Massardo. (Ed) Fundamentos de conservación biológica. Fondo de Cultura Económica. México

Anexo 1. Medias del % de cobertura para cada parcela

zonas	Cobertura (%)
1	85
2	72.5
3	50
4	85
5	80
6	75

INFLUENCIA DEL TIPO DE FILOTAXIA DE LAS HOJAS DE *Hamelia patens* (RUBIACEAE) EN LA PRODUCCION DE FLORES

Delicia Pino Garay

Resumen. Se ha reportado muchas especies de plantas con presencia de dimorfismo foliar y filotaxia variable. *Hamelia patens* es una de las especies de Rubiaceas que se caracteriza por presentar filotaxia variable, presentando ramas enteras con 3 y 4 hojas por vértice. En este estudio evalué la influencia de los tipos de filotaxia en la producción de órganos florales, cuantificando el número total de flores producidas y flores perdidas o abortadas. Observé un menor número de flores en las ramas con filotaxia de 4 pero con un menor número de flores abortadas, lo que podría estar dando lugar a un mayor número de frutos exitosos.

Palabras Clave: Filotaxia variable, *Hamelia patens*, Producción de flores.

Introducción

Las plantas presentan estrategias de modificación de las hojas que responden mayormente a la adaptabilidad a diferentes ambientes. Uno de los principales factores de modificación es la luminosidad, el cual tiene un efecto profundo sobre la estructura y funcionamiento de las hojas (Hogan & Machado, 2002). Esta influencia puede ser observada a nivel morfológico, anatómico y fisiológico, sea sobre las hojas que crecen en diferentes posiciones de la copa de un mismo individuo o entre ecotipos de una misma especie que crecen en ambientes diferentes (Camacho & Bellefleur ¹). Frecuentemente el tamaño, forma e incluso disposición de las hojas, así como su máximo fotosintético varían según la posición que ocupa la hoja dentro de la planta. En casos extremos puede observarse dimorfismo entre dos hojas del mismo nudo (²).

Se ha reportado dimorfismos y filotaxia variable en muchas especies de plantas, en algunos casos no necesariamente son producidos como una respuesta a cambios ambientales sino que solo consisten en cambios ontogénicos. Sin embargo no se sabe a ciencia cierta si estas variaciones dentro de un mismo individuo ejerce algún tipo de influencia sobre la producción de órganos reproductivos. *Hamelia patens* es una de las especies de Rubiaceae que se ha reportado con filotaxia variable dentro de un mismo individuo, presentando ramas enteras con tres y cuatro hojas por vértice. Este estudio tiene como objetivo determinar si existe influencia del tipo de filotaxia de las hojas de *Hamelia patens* sobre la producción de órganos reproductivos.

Métodos

Realicé este estudio en la estación biológica La Selva, ubicada en la vertiente atlántica. Ubiqué 6 individuos de *Hamelia patens* en los alrededores de la estación, de cada árbol colecté 2 ramas con inflorescencia para cada tipo de filotaxia, ramas con presencia de 3 y 4 hojas por vértice (denominados como filotaxia de 3 y 4 respectivamente) ubicadas del lado Nor oeste de exposición al sol. De las 4 ramas escogí 2 que se encontraban ubicadas en la base de la copa y las otras 2 ubicadas hacia la parte alta de la copa del árbol, esto con la finalidad de evitar las diferencias que pudieran producirse por posición y exposición de las ramas.

En el laboratorio cuantifiqué el número de cicatrices florales totales y número de flores presentes en cada inflorescencia, mediante la diferencia de éstos dos últimos pude determinar el número de pérdida de flores o posibles abortos ocurridos. Además

cuantifiqué el número de nudos totales y hojas presentes en cada rama, adicionalmente calculé el área foliar de las hojas provenientes del cuarto vértice, tomados desde el ápice de las ramas de cada tipo de filotaxia, con la finalidad de representar el área foliar promedio de las hojas adultas de las ramas, que son las que podrían estar ejerciendo mayor influencia en la formación de los órganos reproductivos. Para el análisis de los datos utilicé un ANOVA.

Resultados

Las ramas con filotaxia de 3 presentó un mayor número de flores por inflorescencia ($F_{1,10} = 16.74$, $p < 0.002$) (Fig. 1). Por otro lado, las de filotaxia de 4 presentó un mayor numero de hojas ($F_{1,10} = 12.65$, $p = 0.005$) (Fig. 2).

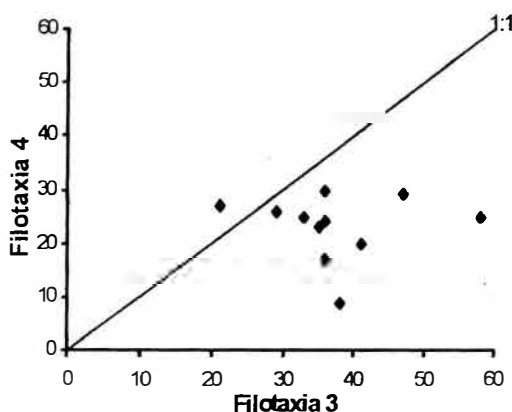


Fig. 1 Relación entre el número de flores de la filotaxia 3 y 4

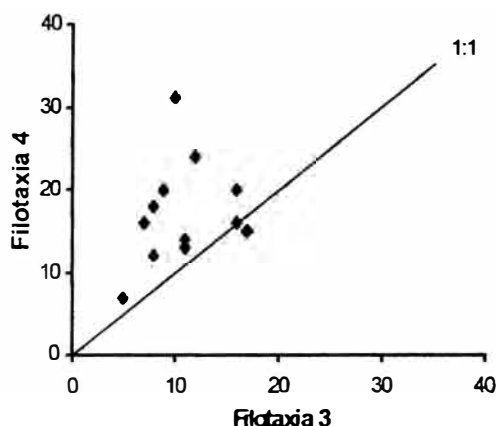


Fig. 2 Relación entre el número de hojas de la filotaxia 3 y 4

Las ramas con filotaxia de 3 presentó mayor número de flores caídas o posibles abortos respecto al 4. ($F_{1,10} = 1.53$, $p = 0.02$) (Fig. 3). Por otro lado la filotaxia 4 presentó una tendencia a presentar mayor área foliar respecto a la de 3 ($F_{1,5} = 4.48$, $p = 0.08$) (Fig. 4).

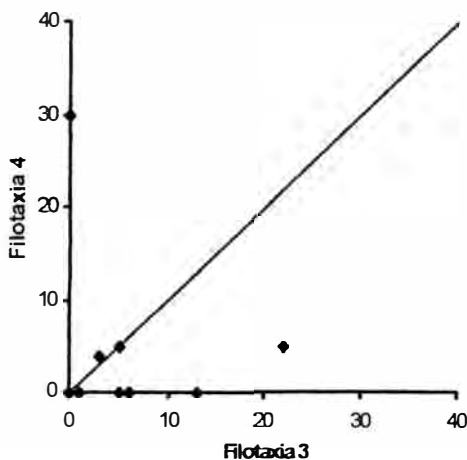


Fig. 3 Relación entre el número de flores caídas entre filotaxia 3 y 4.

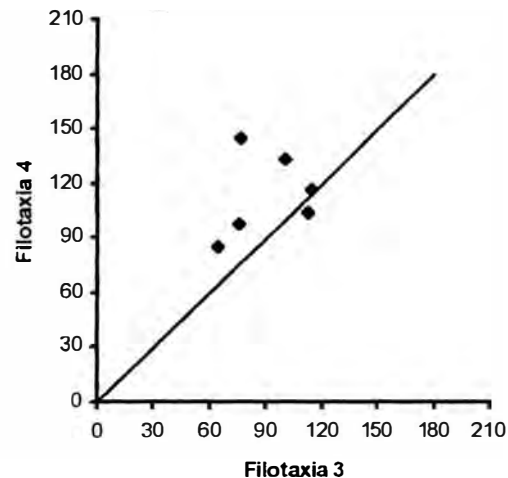


Fig. Relación entre el área foliar de la filotaxia 3 y 4

Discusión

Aparentemente un mayor número de hojas por vértice en la rama no necesariamente está influenciando la mayor formación de flores. Sin embargo, lo que podría estar ocurriendo es que la planta está invirtiendo energía en la formación de una hoja más sobre el vértice, energía que podría ser invertida en la producción de flores. Una importante observación es que la planta se encuentra produciendo hojas nuevas durante la floración, la pregunta es ¿hasta que punto puede ser esto un gasto o un beneficio?. La capacidad fotosintética de una hoja joven es reducida comparada a la de una hoja adulta ¿Puede la planta compensar el gasto de energía que invierte al producir hojas nuevas con un ingreso mínimo de energía proveniente de ellas, principalmente durante la floración?.

Las ramas que presentan filotaxia de 4 hojas no tienen un mayor número de flores, sin embargo podría estar dando lugar a una mayor producción de frutos ya que presenta menor pérdida de flores o posibles abortos, respecto a la filotaxia que presenta 3 hojas.

No hay duda que estas variaciones foliares en la planta están influenciando en el éxito reproductivo de la misma. Para determinar si las ramas de 4 hojas afecta positiva o negativamente al éxito reproductivo, es necesario determinar la proporción total de estas presente en la planta, así como el número de frutos y semillas totales producidos por esta filotaxia y filotaxia de 3.

Referencias

- Camacho M. & Bellefleur (¹). Aclimatación morfológica de la luz en seis especies arbóreas de los bosques montanos de Costa Rica. <http://www.ots.duke.edu/tropbiojnl/claris/44-1/camacho>.
- Anatomía vegetal (²). [http:// www. Ucm.es/info/vegetal/anatomia.htm](http://www.Ucm.es/info/vegetal/anatomia.htm)
- Hogan K. P. & Machado J. L. 2002. La luz solar: consecuencias biológicas y medición. P. 119 – 143. En: Ecología y Conservación de Bosques neotropicales. Libro Universitario regional. Cartago, Costa Rica.

TENDENCIAS POBLACIONALES EN *Socratea durissima* (PALMAE) A NIVEL DE HÁBITAT

Rodrigo Martín Becerra

Resumen. Censé todas los individuos presentes en seis parcelas circulares de 15 m de diámetro. Los individuos los clasifiqué en dos clases de edades (jóvenes y maduros) de acuerdo a su altura. Estimé una densidad de individuos maduros de $37,7(\pm 26,3)$ árboles por hectárea y de $82,5 (\pm 50,1)$ árboles por hectárea para individuos jóvenes, no encontrando diferencias significativas para esta variable lo que podría estar indicando una baja tasa de regeneración. Los individuos jóvenes estuvieron relativamente más agregados que los adultos y la densidad de estos últimos estuvo negativamente correlacionada con el reclutamiento per capita. Ambos hechos apoyan el modelo propuesto por Jansen (1970) y Connell (1971), que predice una tendencia hacia encontrarse cada vez alejados a medida que los árboles envejecen. La mencionada tendencia de cambio en el patrón en la distribución espacial de acuerdo a la edad de los individuos podría deberse, como predice el modelo, a la acción de factores dependientes de la densidad (mortalidad por competencia intraespecífica en juveniles) o dependientes de la distancia (ataque de patógenos, herbívoros o depredadores de semillas).

Palabras Clave: bosque primario, *Socratea durissima*, reclutamiento, estructura poblacional.

Introducción

Por décadas se han propuesto hipótesis para intentar comprender los procesos que determinan la distribución de individuos dentro de una población. Jansen (1970) y Connell (1971) presentaron un modelo que explica los cambios en el patrón de distribución durante el proceso de reclutamiento. Este modelo, que sirvió además para explicar la elevada diversidad de especies en bosques tropicales, propone fundamentalmente que la probabilidad de reclutamiento aumenta con la distancia a un adulto conespecífico debido a una elevada tasa de mortalidad cerca del parental. Este efecto sería causado por el ataque de patógenos, herbívoros y depredadores de semillas que presumiblemente encontrarían refugio en ese árbol madre (Asquith, 2002). El modelo inicial fue ampliado luego por Connell y colaboradores (1984) quienes propusieron la “hipótesis de compensación” que incluye la mortalidad denso-dependiente como factor importante para explicar la baja supervivencia de renuevos cerca del parental, sitio donde una mayor competencia intraespecífica entre juveniles causaría una mayor tasa de mortalidad. Si esto es cierto se deduce que existe una distancia óptima de reclutamiento de individuos por unidad de área, lo que se conoce como “hipótesis de espaciamiento” (Henriquez y Sousa, 1989).

De las ideas expuestas surge que el estado de agrupamiento de individuos debe ser diferente para diferentes clases de edades, esperándose una agregación decreciente a mayores edades. Entonces los árboles adultos deberían estar uniformemente distribuidos, sin embargo, dado que la dispersión de semillas sólo ocurre hasta una distancia finita la hipótesis nula más adecuada sería que en ausencia de depredadores de semillas, herbívoros y patógenos la distribución de árboles debería ser mas bien agrupada (Asquith, 2002). Además esta hipótesis nula debería incluir también la mortalidad denso-dependiente como factor que tiende a revertir la distribución

agrupada inicial de una generación de semillas hacia una distribución uniforme de adultos.

El presente estudio no solo servirá para poner a prueba el modelo de Jansen y Connell sino que además tendrá importancia para conocer la dinámica poblacional de *Socratea durissima*, que si bien es una especie común en la estación biológica “La Selva”, (Hartshorn, 1983) es probable que actualmente su población en este sitio se encuentre en retroceso debido a la presión ejercida por los sahinós (*Tayassu tajacu*) que habrían aumentado su presión como depredadores de semillas y de raíces tanto de adultos como de plántulas por un aumento en el número de individuos registrado en la zona en los últimos años (O. Vargas, *com.pers.*).

Métodos

Realicé censos de *Socratea durissima* en seis parcelas circulares de 15 m de radio, separadas por lo menos por 20 m en un bosque primario a lo largo del “Camino Experimental Sur”, en la estación biológica La Selva. Cada parcela contó con un árbol central, considerado a simple vista como el más alto entre los que podían verse alrededor. Conté todas las palmas de esta especie presentes dentro del radio considerando midiendo para cada una la distancia al árbol central y el ángulo que formaba ese segmento con respecto al norte (azimut). Además registré la altura de cada uno y la pendiente en su base.

Los individuos fueron separados arbitrariamente en dos clases de edades (estimada de acuerdo a la altura), considerando como valor crítico a la altura promedio entre todos los individuos encontrados. Así, se clasificaron como “jóvenes”, los de talla menor a la altura media y “maduros” los mayores a esa medida. Calculé las densidades medias (individuos/ Ha) para maduros y jóvenes a fin de verificar tendencias poblacionales y evalué diferencias mediante la prueba t.

Para poner a prueba la hipótesis de espaciamiento (máximo reclutamiento poblacional a cierta distancia del parental) calculé índices de dispersión para cada clase de edad (Fowler y Cohen 1990) para dos tamaños de parcela: 7,5 m y 15 m. Si existe un proceso que causa mayor mortalidad de jóvenes (independiente o dependiente de la densidad de individuos) se espera una mayor dispersión para árboles maduros.

Definé el reclutamiento de jóvenes según el número de individuos encontrados durante el muestreo, considerando que los mismos representan el conjunto de sobrevivientes de los que germinaron en algún momento pasado (Henríquez y Souza 1989) y luego calculé el reclutamiento per capita como la densidad de jóvenes (número de jóvenes/ m²) por individuo maduro. Luego evalué la variación conjunta de esta variable para cada parcela conjuntamente con la del número de maduros presentes en ellas mediante una correlación.

Resultados

La densidad promedio fue menor para palmas adultas ($37,7 \pm 26,3$) comparada con la de palmas jóvenes ($82,5 \pm 50,1$) (Fig. 1), aunque esa diferencia no fue estadísticamente significativa ($t = -1,628$; g.l. = 5; $p = 0,164$)

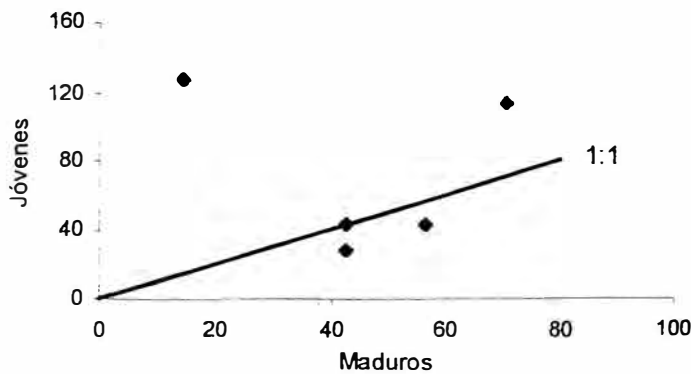


Fig. 1. Densidades de individuos maduros y jóvenes en individuos por hectárea en las parcelas muestreadas.

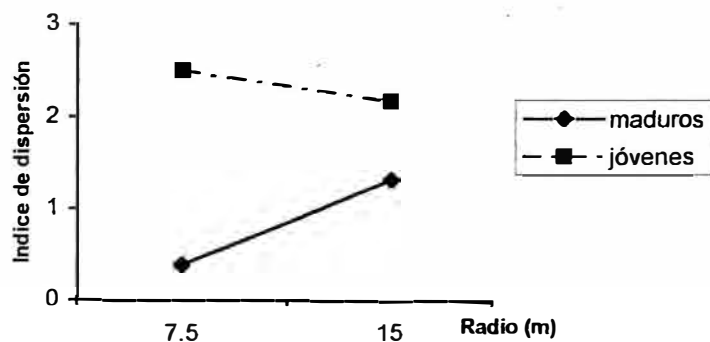


Fig.2. Valores del índice de dispersión para dos tamaños de parcela para *Socratea durissima*

Los valores de los índices de dispersión calculados se muestran en la figura 2 para dos tamaños de parcela. Se observa una mayor agregación en jóvenes que en maduros en ambos tamaños de parcela. Sin embargo, al estandarizar este índice multiplicándolo por los grados de libertad (Chi-cuadrado) los valores indican que tanto maduros como jóvenes se encuentran distribuidos aleatoriamente, aunque hay que mencionar que los valores de Chi-cuadrado para adultos son cercanos a la distribución uniforme, mientras que, por el contrario, para jóvenes ese valor se encuentra más cerca de la distribución agregada.

Al aumentar el tamaño de parcela los jóvenes se muestran menos agregados lo que indica una población con puntos "fuente" de alta densidad de individuos rodeada de nubes menos densas de individuos, con la densidad disminuyendo al alejarse de ese centro (Henriquez y Sousa, 1989). Al considerar parcelas pequeñas estas contienen un número bastante variable de individuos, lo que se refleja en un mayor índice de agregación. Estas diferencias son algo menores si se aumenta el tamaño de la parcela (menor varianza para el promedio de individuos jóvenes) al incluirse otros jóvenes dentro de la parcela.

El reclutamiento per capita está relacionado de manera inversamente proporcional al número de individuos maduros en un sitio. La relación lineal entre ambas variables fue significativa ($t = -3.30$; $p < 0.03$; $N = 6$) (Fig. 3).

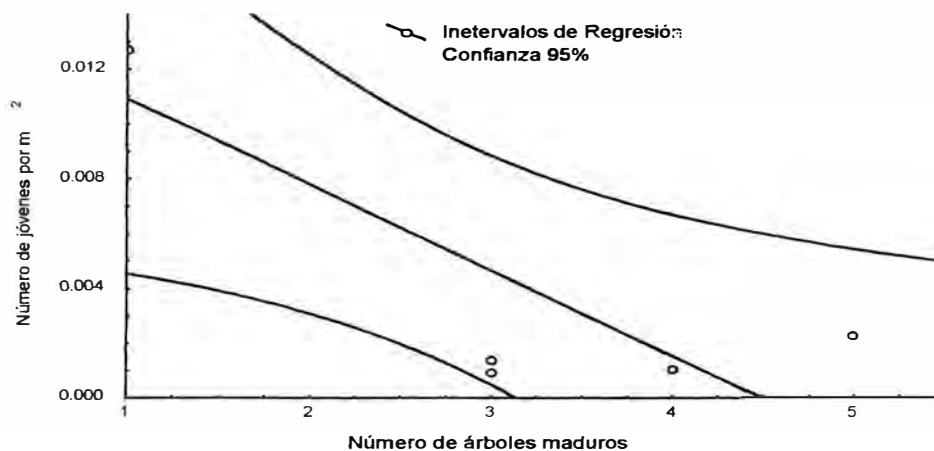


Fig. 3. Reclutamiento per capita de jóvenes por adulto en función del número de árboles maduros. Coeficiente de correlación, $r = -0,8554$.

Discusión

Aunque este estudio no tuvo en cuenta datos de mortalidad ni crecimiento, las densidades encontradas para las dos clases de edades consideradas permiten especular que la población de *Socratea durissima* muestra una regeneración relativamente baja (no hubo diferencias significativas en las densidades de jóvenes y maduros). Esto podría estar relacionado con una creciente presión ejercida por sahinós, aspecto que debe ser confirmado con nuevos estudios de campo.

Si bien árboles jóvenes y maduros mostraron una distribución aleatoria los datos de agrupamiento demuestran una tendencia hacia el aumento de las distancias entre individuos a medida que estos crecen y consecuentemente hacia una distribución uniforme. Probablemente esta tendencia hubiera sido más marcada si se hubiesen considerado más clases de edades (ej.: plántulas, juveniles, subadultos y adultos), consideración que no fue posible por no contar con datos fenológicos de la especie.

De la misma manera la correlación negativa existente entre el reclutamiento per capita y la cantidad de árboles maduros presentes en cada parcela indica la influencia perjudicial de la proximidad de adultos en cuanto a la probabilidad de supervivencia. El haber encontrado un bajo reclutamiento per capita para sitios con mayor número de árboles maduros en vez de una distribución que refleje el elevado número inicial de semillas puede indicar que la mortalidad en estadios tempranos fue debida a factores dependientes de la densidad y/o de la distancia (Oliveira-Filho, 1996). Esto, así como los índices de dispersión más agregados en individuos jóvenes, apoya la hipótesis de espaciamiento incluida en el modelo de Jansen y Connell.

Referencias

- Asquith, N. M. 2002. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. Pp 388-389. En N. R. Guariguata y G. H. Kattan (Eds.). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro Universitario Regional, Cartago.
- Barros-Henriques, R. P. y E. C. E. Girnos de Sousa. 1989. Population structure, dispersion and microhabitat regeneration of *Carapa guianensis* in northeastern Brazil. *Biotropica*, 21 (3): 204-209.
- Fowler, J. y L. Cohen. 1990. Practical statistics for field biology. John Wiley & Sons Ltd. Chichester.

- Hartshorn, G. S. 1983. Plantas. Pp 139-141. En D. H. Jansen (Ed.). Historia natural de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica, San José.
- Oliveira-Filho, A. T. 1996. Structure and dispersion of four tree populations in an area of montane semi-deciduous forest in southeastern Brazil. *Biotropica*, 28 (4b): 762-769.

INFLUENCIA DE LOS GRADIENTES DE COMPACTACIÓN, PH Y HUMEDAD DE LOS SUELOS PRÓXIMOS A SENDEROS SOBRE LA DENSIDAD DE PLÁNTULAS EN UN BOSQUE TROPICAL HÚMEDO.

Luis Roberto González Torres

Resumen. La Estación Biológica La Selva es probablemente una de las zonas de bosque húmedo tropical más estudiadas del mundo. El sistema de senderos que posee favorece el manejo, la investigación, la educación y el ecoturismo en el área, pero a su vez alteran las condiciones del suelo adyacentes a éstos. En este estudio comprobé que la cantidad de plántulas disminuye drásticamente en las proximidades del camino pero este efecto no se adentra en el bosque. La compactación, el pH y la humedad del suelo también se ven afectados por el senderismo y el mantenimiento de los senderos, lo cual puede estar influyendo en el patrón encontrado en la cantidad de plántulas.

Palabras Clave: La Selva, densidad de plántulas, manejo de senderos

Introducción

La Estación Biológica La Selva es probablemente una de las zonas de bosque húmedo tropical más estudiadas del mundo (McDade y Bawa 1994). Las investigaciones realizadas en esta estación han contribuido al entendimiento general de los bosques tropicales.

Independientemente de los valores naturales que encierra la Estación Biológica La Selva, la infraestructura que se le ha creado para facilitar la investigación, la educación y el ecoturismo ha contribuido mucho en la popularidad de esta estación y en la atracción de los investigadores y profesores (McDade 1994). Una de estas facilidades es el sistema de senderos que permite el acceso a las zonas de la reserva.

En este trabajo estudié la influencia de los senderos en el establecimiento de las plántulas. La existencia de un sendero implica la compactación del suelo adyacente como consecuencia de los transeúntes que salen del mismo además su mantenimiento implica la remoción de la hojarasca de los alrededores y su deposición en otra zona. Por la influencia de los senderos esperaba que la cantidad de plántulas aumentara desde el sendero hacia el bosque donde se estabilizaría fuera del área de impacto.

Materiales y métodos

El trabajo lo realicé en los senderos (CES, SURA y CCL) del bosque tropical húmedo primario de la Estación Biológica La Selva en el mes de febrero 2003. Los sendero CES y CCL continuos de concreto mientras que el SURA está hecho de losas del mismo material. En cada tipo de sendero realicé 8 bloques de 3 parcelas rectangulares (10 x 200 cm) cada uno. Los bloques los ubiqué separados 100 m uno del otro. La primera parcela fue ubicada a 0.05 m del sendero, la segunda donde se iniciaba la vegetación (0.8 a 1 m) y la tercera a 2 m de la segunda. Las parcelas las coloqué con el lado largo paralelo al camino. En cada parcela conté el número de plántulas, la compactación, el pH y la humedad del suelo, los tres últimos parámetros los medí en los extremos y en el centro de cada parcela.

Comparé las densidades de plántulas a distintas distancias del sendero usando un ANOVA y posteriormente la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey. La variación los factores abióticos a las distintas distancias las comparé empleando las mismas pruebas.

Resultados

La densidad de plántulas varía con la distancia al sendero ($F_{2,27} = 12.67$, $p = 0.001$), en las proximidades de éstos el número de plántulas por unidad de área es significativamente menor. Sin embargo, a partir del punto en que comienza la vegetación la cantidad de plántulas no varía apreciablemente (Fig. 1). Un patrón similar al anterior se puede apreciar en la compactación del suelo ($F_{2,21} = 8.14$, $p = 0.002$). Los suelos menos compactos se encontraron a partir de la zona en que comienza la vegetación (Fig. 2)

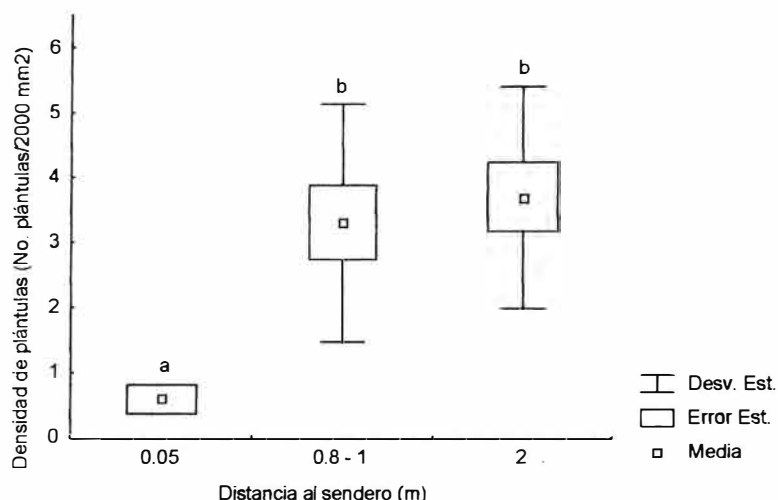


Fig. 1. Densidad de plántulas a diferentes distancias de los senderos. Letras diferentes indican diferencias significativas para $p < 0.05$ según la prueba de Tukey.

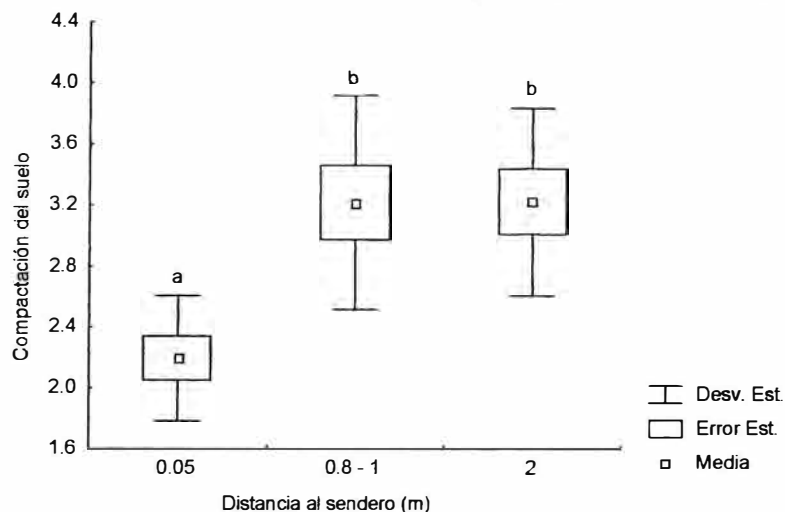


Fig. 2. Variación de la compactación del suelo con el aumento de la distancia al sendero. Letras diferentes indican diferencias significativas para $p < 0.05$ según la prueba de Tukey.

Aunque la acidez del suelo aumenta hacia el interior del bosque ($F_{2,27} = 6.08$, $p = 0.006$) (Fig. 3), se puede apreciar que el pH no difiere significativamente entre el borde y el sitio donde comienza la vegetación pero si es diferente en relación con el interior del bosque y los restantes puntos. La variación de la humedad del suelo sigue una

tendencia similar a la del pH. Aunque existe un gradiente de humedad del suelo a medida que nos alejamos del sendero ($F_{2,27} = 4.10$, $p = 0.02$), en el borde del sendero y en la zona que comienza la vegetación los valores son similares mientras que más dentro del bosque éstos si son significativamente mayores (Fig. 4).

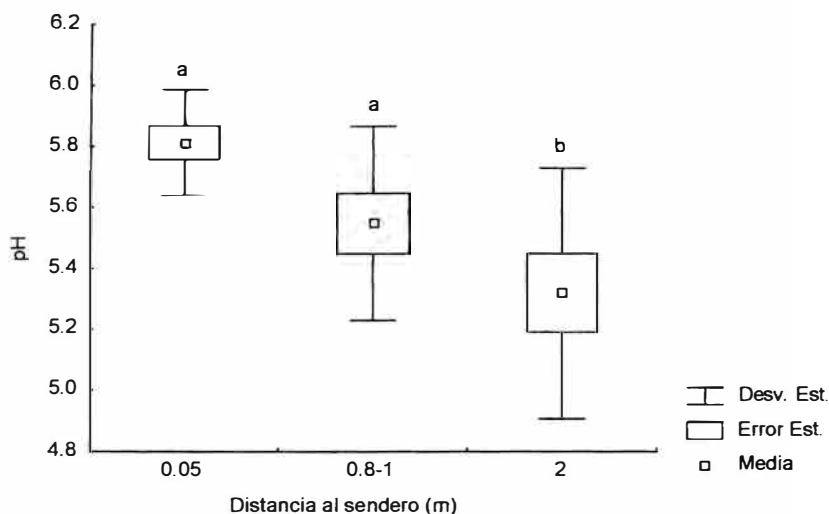


Fig. 3. Aumento de la acidez del suelo con el aumento de la distancia al sendero. Letras diferentes indican diferencias significativas para $p < 0.05$ según la prueba de Tukey.

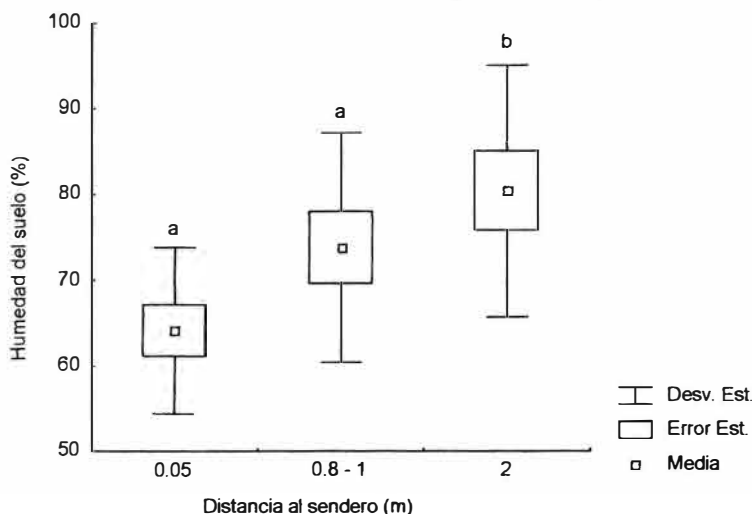


Fig. 4. Aumento de la humedad del suelo con el aumento de la distancia al sendero. Letras diferentes indican diferencias significativas para $p < 0.05$ según la prueba de Tukey.

Discusión

Los resultados muestran que la abundancia de plántulas, si bien es mucho menor en las proximidades del sendero, rápidamente se estabiliza y se mantiene constante a partir del comienzo de la vegetación (0.8 – 1 m). Quizás esto esté relacionado con la estabilización de los factores como: compactación, pH y humedad del suelo que básicamente siguen el mismo patrón.

Aunque estos resultados muestran que el efecto de los senderos no se extiende por más de 0.8 – 1 m dentro del bosque, sería importante monitorear la distancia que va desde el borde de los senderos al comienzo de la vegetación. Puede que el ancho de la franja más afectada vaya aumentando con el tiempo y el uso que reciba el sendero. Sin embargo, es imposible considerar este factor en un estudio como este a tan corto plazo.

Otro aspecto importante que en este estudio no puede abordar fue el comportamiento de estos parámetros en senderos sin pavimento de ningún tipo. En éstos considero que el parámetro más interesante sería su incremento en ancho con el transcurso del tiempo mas no se debe descartar la variación de los otros factores que consideré.

Referencias

- McDade, L. y K.S. Bawa. 1994. Patterns of research productivity 1951-1991. Pp. 341-344. En: McDade, L., K.S. Bawa, H.A. Hesperrheide y G.S. Hartshorn. La Selva. Ecology and natural history of a Neotropical Rain Forest. The University of Chicago Press, Chicago.
- McDade, L. 1994. Administration and governance. Pp. 345-349. En: McDade, L., K.S. Bawa, H.A. Hesperrheide y G.S. Hartshorn. La Selva. Ecology and natural history of a Neotropical Rain Forest. The University of Chicago Press, Chicago.

LAS SENDAS TURÍSTICAS Y LA FAUNA DE MACROINVERTEBRADOS TERRESTRES EN LA RESERVA BIOLÓGICA “LA SELVA”

Alain Carretero

Resumen. En la Reserva Biológica La Selva estudié el efecto de las sendas en la población de macroinvertebrados terrestres y si este efecto varia por el tipo de senda que existe en la Reserva Biológica. Para este propósito a lo largo de las sendas CEN, CES y SURA, establecí 8 puntos de muestreo, en cada punto al borde y al interior del bosque colecte sustrato de parcelas de 40 X 10 cm por 5 cm de profundidad. Los suelos cerca de las sendas presentaron mayor grado de compactación, menor humedad y menor grado de acidez con relación a los suelos del interior del bosque. Estas condiciones del suelo repercuten en la fauna de macroinvertebrados terrestres en áreas cercanas a las sendas, notándose este efecto principalmente en la abundancia y no en la riqueza.

Palabras Clave: La Selva, Macroinvertebrados terrestres, Sendas.

Introducción

La conservación de muchos ecosistemas posibilita actividades de recreación y turismo por lo que el ecoturismo está creciendo rápidamente, involucrando más de 200 millones de personas (Lindberg 1991; Ceballos-Lascurain 1993). Esto conlleva un ingreso económico superior al que sería generado por su conversión a otros tipos de uso de la tierra (Duffus & Dearden 1990). Sin embargo, la afluencia de un alto número de turistas a los parques puede conllevar serios problemas. Por ejemplo, el tránsito de los caminantes con botas pesadas compacta el suelo y frecuentemente degradan la vegetación aledaña a los senderos, sobre todo si los turistas no respetan las sendas marcadas (Primack *et. al.* 1998).

La diversidad y estructura de las comunidades son las que principalmente se afectan por las relaciones de competencia y las condiciones ambientales, las que influyen de manera directa en la complejidad de las comunidades (Berendse 1994). Entre estas relaciones tanto las condiciones ambientales como las condiciones físico-químicas del agua y suelo son parámetros relativamente más fáciles de medir.

La Selva es una de las mayores Estaciones de Campo, donde se desarrolla ampliamente la investigación, educación y turismo; esto ha requerido que se desarrollen importantes acciones para brindar infraestructura que apoye a estas actividades. Entendiendo que todas estas actividades tienen efectos en diferente grado sobre los organismos vivos, con este estudio busco identificar si existe un efecto de las sendas en la población de macroinvertebrados terrestres y si este efecto varia por el tipo de senda que existe en la Estación Biológica. Esperaba que las condiciones físico-químicas del suelo; la riqueza y abundancia de la fauna de macroinvertebrados varíe entre la existente al borde de la senda en relación al interior del bosque.

Métodos

El estudio lo desarrollé en el mes de febrero en la Estación Biológica “La Selva”. En el bosque húmedo maduro de la estación abarqué tres sendas turísticas : CEN, CES y SURA. Para realizar el muestreo de los macroinvertebrados terrestres establecí parcelas de 10 X 40 cm, distribuidos en dos diferentes tipos de sendas: continua y discontinua.

En cada tipo de senda tomé cuatro puntos de muestreo, en cada punto establecí dos parcelas, una localizada al borde de la senda y la otra 2 m hacia el interior del bosque. Estas parcelas fueron establecidas a partir del borde de crecimiento de la vegetación.

Preliminarmente quité la hojarasca superficial existente en la parcela, luego a una profundidad de 5 cm extraje suelo delimitado por la parcela. En cada parcela medí el pH y la humedad con un "soil tester", el grado de compactación medí con el "penetrómetro" OTS –2003. Posteriormente en el laboratorio tamicé la tierra colectada en cada muestra coleccionar los macroinvertebrados terrestres. Para cada muestra establecí 45 minutos de esfuerzo de tamizado y recolección. La identificación la hice a nivel de morfoespecie. Para el análisis de los resultados apliqué la prueba estadística "t pareada".

Resultados

Identifiqué 53 morfoespecies pertenecientes a 15 grupos de macroinvertebrados terrestres, siendo el orden Hymenoptera el grupo con mayor número de morfoespecies (Cuadro 1).

Cuadro 1. Riqueza y abundancia de macroinvertebrados terrestres.

Grupo	Riqueza	Abundancia
Acaros	1	1
Arácnidos	3	3
Chilopteros	1	1
Coleopteros	8	16
Collembola	1	4
Dipteros	4	3
Hemipteros	1	3
Homopteros	1	1
Hymenopteros	15	42
Isopodos	1	3
Isopteros	1	9
Miriapodos	1	1
Oligochaeta	7	24
Ortoptera	7	1
Lombrices	1	86

Los suelos cerca de las sendas presentan las siguientes condiciones físico-químicas: mayor compactación ($t = 2,56$; $gl = 7$; $p = 0,04$; Fig. 1); menor grado de acidez ($t = 3,346$; $gl = 7$; $p = 0,012$; Fig. 2) y menor humedad ($t = 2,23$; $gl = 7$; $p = 0,060$, Fig. 3) en relación a los suelos al interior del bosque.

Los resultados muestran que la abundancia de los macroinvertebrados terrestres al borde de la senda es menor en relación al interior del bosque ($t = 3,031$; $gl = 7$; $p = 0,019$; Fig. 4), mientras que la riqueza de morfoespecies no varía entre el borde de la senda y el interior del bosque ($t = 1,20$; $gl = 7$; $p = 0,267$; Fig. 5); no encontré una variación en la abundancia de los macroinvertebrados provocado por el tipo de senda ($t = 0,798$; $gl = 7$; $p = 0,45$).

Haciendo un análisis específico para las lombrices, encontré que son más abundantes en el bosque en relación al borde de la senda ($t = 2,67$; $gl = 7$; $p = 0,031$; Fig. 5). Finalmente encontré que existe una relación inversa entre el grado de compactación del suelo y la abundancia de macroinvertebrados terrestres ($r = 0,58$; $p = 0,02$; Fig. 6).

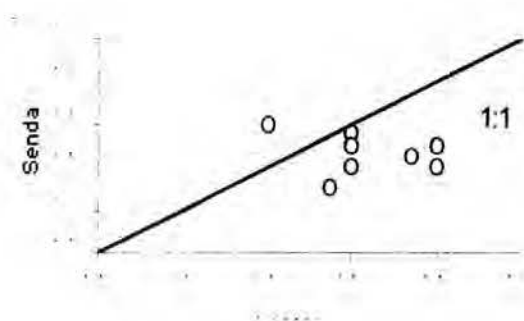


Fig. 1. Resistencia del suelo (cm) al borde de la senda y en el bosque maduro.

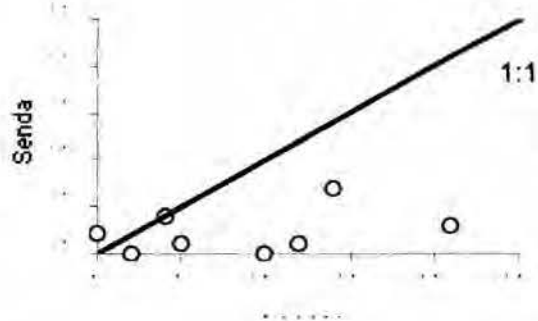


Fig. 2. pH de suelos al borde de la senda y en el bosque maduro

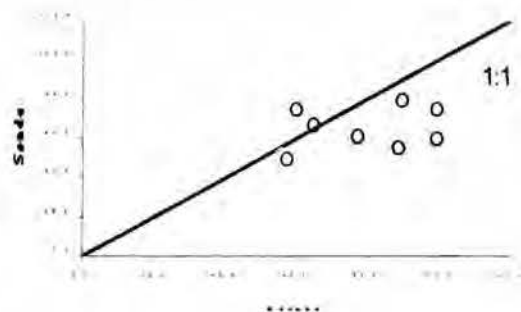


Fig. 3. Humedad del suelo al borde de la senda y en el bosque maduro

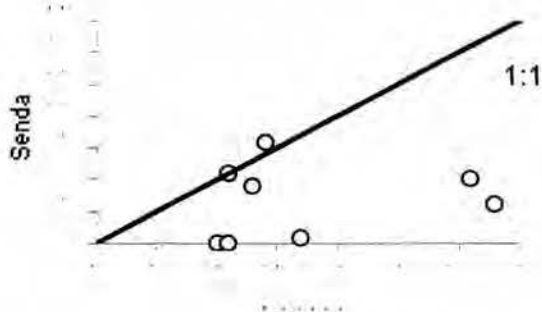


Fig. 4. Número de individuos al borde de la senda y en el bosque maduro

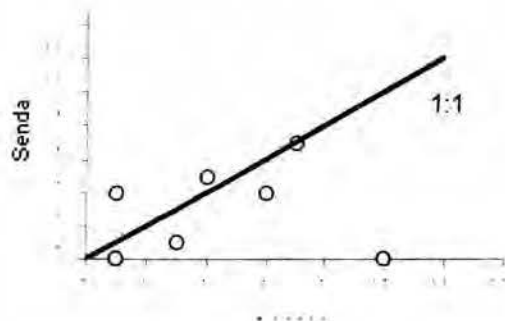


Fig. 5. Número de morfoespecies al borde de la senda y en el interior del bosque maduro.

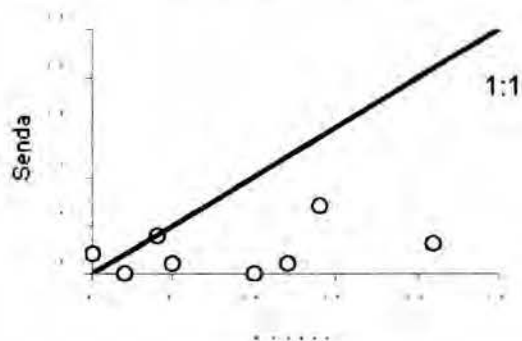


Fig. 6. Influencia de las sendas en la abundancia de lombrices.

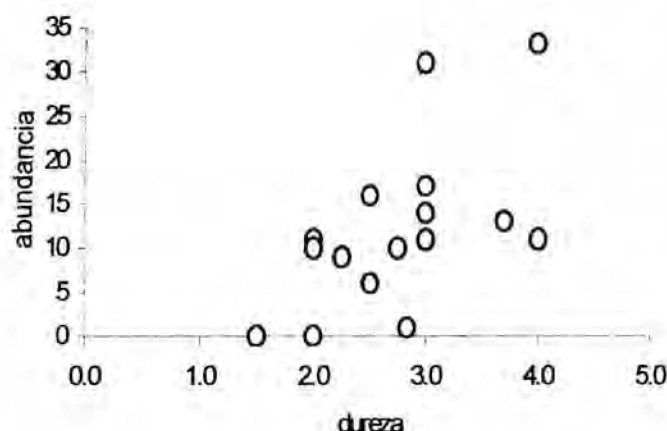


Fig. 7. Relación entre el grado de compactación del suelo y la abundancia de macroinvertebrados terrestres.

Discusión

Las sendas existentes en el interior del bosque maduro tienen un efecto en las condiciones físico-químicas de los suelos cercanos a estas sendas, debido a la intensa actividad que se tiene por las actividades de turismo e investigación. Los suelos son más duros debido a la compactación existente, producto del constante pisoteo de turistas e investigadores que no se mantienen sobre la vía de cemento. Esto provoca que la infiltración de agua sea menor, por lo tanto la humedad del suelo es menor en el borde de las sendas con relación al bosque. Por otra parte el mayor grado de acidez registrado al interior del bosque se debe a la descomposición de la mayor cantidad de hojarasca existente al interior del bosque.

Estas condiciones del suelo repercuten en la fauna de macroinvertebrados terrestres en áreas cercanas a las sendas, notándose este efecto principalmente en la abundancia y no así en la riqueza. Esto podría significar que todas las especies son afectadas de igual forma, no existiendo especies más sensibles que otras. Las sendas continuas y discontinuas influyen de igual forma.

Agradecimientos. A Viviam Mendez y Ju Lin Weng por la identificación de las morfoespecies

Referencias

- Berendse, F. 1994. Ecosystem stability, competition and nutrient cycling. Pp. 413-415. En: Schulze E. & H. Mooney (eds). Biodiversity and Ecosystem function. Springer-verlag. New York.
- Ceballos-Lascurain, H. 1993. Tourism and protected areas. UICN. Gland. Suiza.
- Duffus, D.A. & R. Dearden. 1990. Non consumptive wildlife-oriented recreation: A conceptual framework. Biological Conservation 53: 213-231.
- Groom, M.J.; R. D. Podolsky & Ch. A. Munn. 1991. Tourism as a sustained use of wildlife: a case study of madre de Dios, southeastern Peru. Pp: 393-394 En: Robinson J.G. & K. H. Redford. Neotropical wildlife use and conservation. The university of Chicago press. Chicago.

- Lindberg, K. 1991. Policies for maximizing nature tourism's ecological and economic benefits, World resource institute. Washington D.C.
- Primack, R. ; R. Rozzi; P. Feinsinger; R. Dirzo & F. Massardo. 1998. Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas.

¿TIENEN LOS MACROINVERTEBRADOS ALGUNA PREFERENCIA ENTRE HOJAS DE *FICUS INSIPIDA*?

Marcelo Ardón

Resumen. Las quebradas de La Selva dependen de hojarasca como base de la cadena alimentaria. El proceso de descomposición de la hojarasca depende de factores físicos y bióticos de la quebrada y características de las hojas. Estudié la preferencia de colonización por macroinvertebrados en tres tipos de hojas de *Ficus insipida*: hojas arrancadas del árbol, hojas recién caídas y hojas caídas puestas a secar a temperatura ambiente. La diversidad y el número total de individuos no fue diferente entre los tres tipos de hojas. Pero el número de individuos por gramo de hoja mostró una fuerte tendencia de los insectos por colonizar las hojas del árbol o recién caídas. Las hojas secas perdieron mayor proporción de masa que los otros dos tipos de hojas. Los datos sugieren que hay una preferencia hacia hojas con menor tiempo desde la abscisión. La mayor pérdida de masa en las hojas secas tiene implicaciones metodológicas para experimentos de descomposición.

Palabras Clave: Descomposición, *Ficus insipida*, La Selva

Introducción

Las quebradas de La Selva dependen de hojarasca que entra a las quebradas como base de la cadena alimentaria (Rosemond 2002). Una vez dentro de las quebradas la descomposición de las hojas está afectada por características físicas de cada quebrada (descarga, nutrientes), la biota presente (hongos, microbios e insectos) y características de las hojas. El proceso de descomposición es importante porque es lo que determina la disponibilidad de alimento para la mayoría de los organismos que habitan estas quebradas (Rosemond 1998).

Sabemos que las hojas de *Ficus insipida*, un árbol ripario común en La Selva, se descomponen rápidamente. Estas hojas tienen un alto contenido de nitrógeno por lo que se considera que son una buena fuente de alimento para los microorganismos, insectos y hasta peces. El objetivo de este experimento era determinar si dentro de esta especie que sabemos que es utilizada por diferentes organismos, los macroinvertebrados tienen una preferencia basada en la duración entre el momento de abscisión y el momento en que la hoja entra a la quebrada. Aunque los árboles de *Ficus* se encuentran justo al lado de la quebrada no todas las hojas caen directamente a la quebrada, alguna caen a tierra y son atacadas por hormigas, hongos terrestres y o sufren de desecación. Yo esperaba que los insectos colonizaran mas rápido hojas arrancadas directamente del árbol u hojas que habían caído al suelo pero no presentaban señales de tener mucho tiempo en comparación con hojas secas.

Materiales y métodos

Este proyecto se llevo a cabo en febrero del 2003 en la Estación Biológica La Selva. Colecté hojas de *Ficus insipida* de un árbol cerca del puente sobre el río Puerto Viejo (ARBOL), también hojas del suelo de un árbol en frente de la Estación del Río (SUELO) y hojas colectadas del suelo que se dejaron secando a temperatura ambiente por 24 horas (SECAS). Coloqué montos de 10 gramos de las hojas del ARBOL y SUELO y 5 gramos de hojas SECAS en bolsas de malla de plástico (hueco de 1mm de lado). Aseguré las bolsas al fondo de la quebrada Sábalo en cinco sitios escogidos al

azar y medí la velocidad del agua en cada sitio. De las hojas de ARBOL y SUELO hice tres montos que no puse en la quebrada, los seque a 100° Celsius por 8 horas para determinar un factor de conversión y así determinar el peso seco inicial. Deje las bolsas con hojas por 24 horas en la quebrada y después las colecté y las traje al laboratorio para sacar los insectos, clasificarlos, secar las hojas y pesarlos para determinar la cantidad de masa perdida. Al recolectar las hojas también volví a medir la velocidad en cada uno de los sitios.

Resultados

La velocidad del agua en los sitios varió de 0.08 a 0.54 m/s. En total se encontraron 8 grupos de cuatro ordenes (Acarina, Ephemeroptera, Diptera, y Hemiptera) que colonizaron las hojas (Cuadro 1). El número total de individuos que colonizaron los tres tipos de hojas fue similar (Cuadro 1). Como no inicié el experimento con la misma cantidad de masa de los tres tipos de hojas, dividí el número de individuos que colonizaron cada bolsa entre la masa que quedó al final en cada bolsa, para determinar si hubo una preferencia (Fig. 1). Encontré una tendencia de una mayor colonización en hojas de ARBOL y del SUELO por gramo de hoja (Fig. 1) ($N = 15$, $F = 3.68$, $gl = 2, 14$, $p = 0.056$).

Cuadro 1. Grupos encontrados en los tres tipos de hojas de *Ficus insipida* después de 24 horas en la quebrada Sábalo.

	ARBOL	SUELO	SECAS
Acarina	9	2	3
Baetidae	15	22	11
Chironomidae	13	9	6
Culicidae	0	1	0
Elmidae	2	0	0
Leptohyphidae	6	6	4
Leptophlebiidae	4	4	4
Simulidae	19	17	11
Staphylinidae	0	0	1
Total	68	61	40

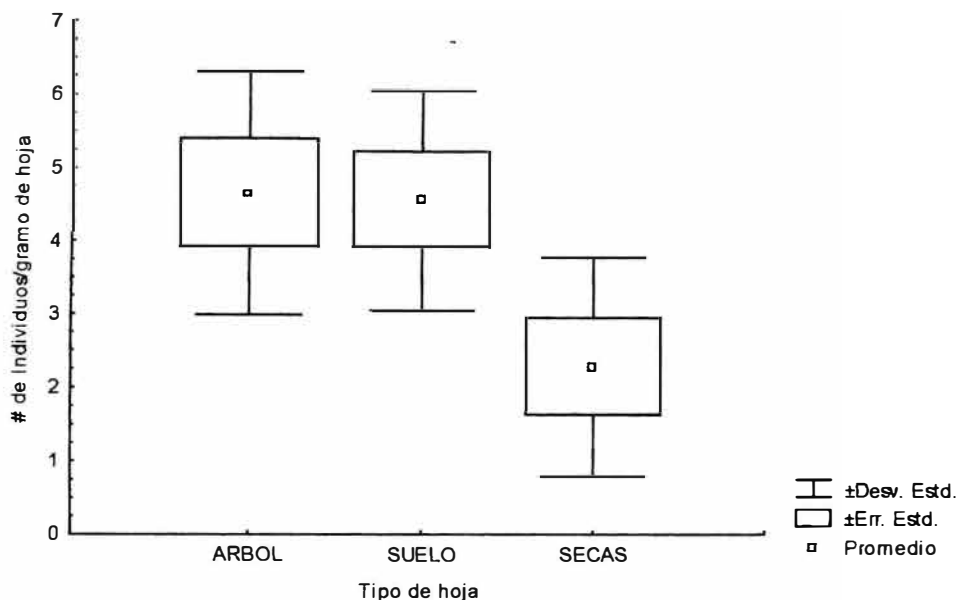


Fig. 1. Numero de individuos que colonizaron tres tipos de hojas de *Ficus insipida* después de 24 horas en la quebrada Sábalo.

Las hojas SECAS perdieron mas masa que las hojas ARBOL o SUELO (Fig. 2) ($N = 14$, $F = 67.17$, $gl = 2, 13$, $p < 0.0001$). En promedio las hojas secas perdieron el 30% de la masa inicial, mientras que las hojas ARBOL y SUELO perdieron 18% y 13% respectivamente.

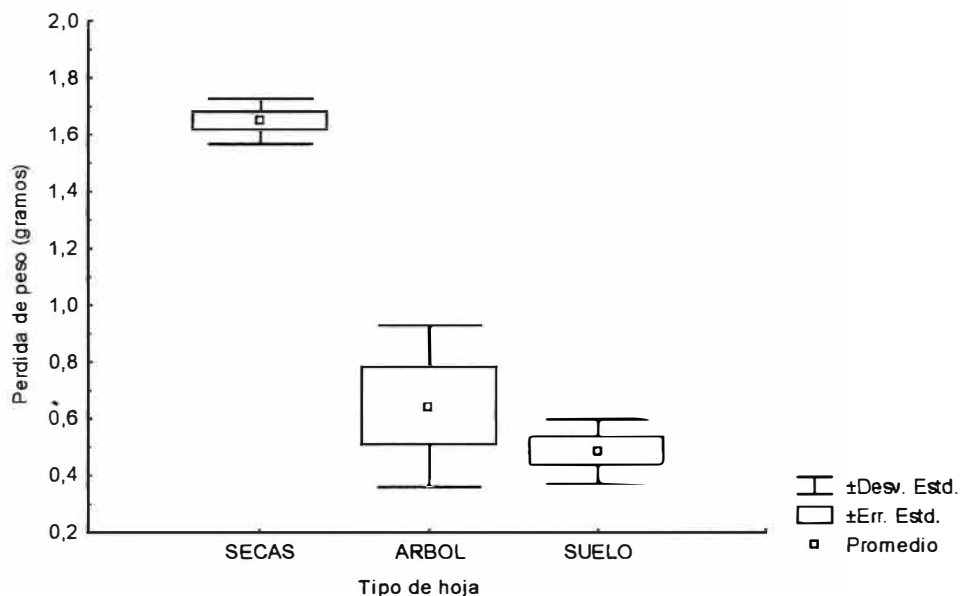


Fig. 2. Pérdida de peso de tres tipos de hojas de *Ficus insipida* después de 24 horas en la quebrada Sábalo.

Discusión

Como el rango de velocidades bajo los cuales se pusieron las bolsas de hojas (0.08 a 0.54 m/s) fue bastante grande puedo asumir que los resultados son representativos de lo que esta sucediendo en la quebrada. La diversidad y el número total de individuos fueron similares en las bolsas de los tres tipos de hojas de *Ficus*. Pero si observé una tendencia hacia mayor colonización en las hojas ARBOL y SUELO que en las SECAS por gramo de hoja (Fig 1). Las hojas de *Ficus insipida* tienen concentraciones bajas de compuestos secundarios y altos niveles de nitrógeno (Ardón, datos sin publicar) lo que las hace una buena fuente de alimento. Es de esperarse que los insectos prefieran las hojas antes de que se sequen y pierdan parte de su valor nutricional, que fue lo que se observó. Con el tratamiento de las hojas secas estoy asumiendo que el mayor efecto de demora entre el tiempo de abscisión y entrada a la quebrada es el efecto de desecación. Este supuesto no siempre se cumple por que cuando las hojas caen al suelo entre otras cosas son colonizadas por hongos terrestres, atacadas por hormigas y además se secan. Se podrían efectuar otros experimentos en el que se pueden agregar algunas de estas variables en una forma controlada. Mis datos sugieren que los insectos prefieren colonizar hojas que tengan cantidades mayores de la sabia original de la hoja.

La rápida pérdida de masa en las hojas secas en comparación con las hojas "frescas" ha sido observada en otras especies y otros sistemas (Bolton and Boon 1991). Esto es importante porque muchos experimentos de descomposición colectan las hojas y las ponen a secar, y mis resultados demuestran que estos métodos aceleran la descomposición inicial. Esto quiere decir que cualquier experimento de descomposición que se efectuó con hojas secas debe tomar esto en cuenta porque podrían estar sobreestimando el proceso de descomposición.

Referencias

- Bolton, A.J. and P.I. Boon. 1991. A review of methodology used to measure leaf litter decomposition in lotic environments: time to turn over an old leaf? *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 42: 1-43
- Rosemond, A. D., C.M. Pringle, and A. Ramirez. 1998. Macroconsumer effects on insect detritivores and detritus processing in a tropical stream. *Freshwater Biology* 39: 515-523.
- Rosemond, A.D., C.M. Pringle, A. Ramirez, M.J. Paul, and J. Meyer. 2002. Landscape variation in phosphorus concentration and effect on detritus-based tropical streams. *Limnology and Oceanography* 47: 278-289.

FÓRIDOS DECAPITADORES: VISIÓN DE *NEODOHRNIPHORA CURVINERVIS* (DIPTERA: PHORIDAE), PARASITOIDE DE *ATTA CEPHALOTES*

Luciana Elizalde

Resumen. Para los organismos que son parasitoides es fundamental localizar efectivamente a sus hospederos, para lo cual utilizan claves químicas y visuales principalmente. *Neodohrniphora curvinervis* es un fórido parasitoide de *Atta cephalotes* que frecuentemente se encuentra en los senderos de forrajeo de esta hormiga, oviponiendo en las obreras. En este trabajo propongo determinar la importancia de las claves visuales que estos dípteros parasitoides usan para localizar a sus hospederos. Para ésto, realicé dos experimentos en el campo, en uno de los cuales extraje las hormigas de tamaño grande y en el otro aumenté la densidad de hormigas en el sitio donde se encontraba el fórido oviponiendo. Encontré que los fóridos siguen atacando obreras, aunque son de menor tamaño, pero no son más pequeñas que un tamaño mínimo. La densidad de las hormigas afecta las tasas de oviposición, aumentando los ataques de hormigas en el sitio.

Palabras Clave: *Atta cephalotes*, claves visuales, *Neodohrniphora curvinervis*, parasitoide.

Introducción

El mayor reto para un parasitoide es encontrar su hospedero en un ambiente complejo (Godfray 1994). Los parasitoides han desarrollado una gran variedad de mecanismos para localizar sus hospederos, incluyendo claves olfativas, auditivas, vibracionales y visuales (Feener y Brown 1997).

Existe muy poca información sobre la localización de hospederos por parte de los dípteros parasitoides (Morehead 1999). En general, los parasitoides himenópteros se basan principalmente en claves químicas, mientras que las moscas de las frutas usan una gran variedad de claves visuales, además de las claves químicas (Morehead 1999).

Existe un grupo de dípteros parasitoides, pertenecientes a la familia Phoridae, que ponen sus huevos dentro del cuerpo de las hormigas attini superiores (*Atta* y *Acromyrmex*), conocidas como hormigas cortadoras de hojas. Los fóridos se encuentran sobre el camino o sobre el nido de *Atta cephalotes*, volando sobre las obreras para depositarles sus huevos, de los que luego emerge una larva que se alimenta de los tejidos de la cabeza de la hormiga.

Se ha observado que los fóridos de hormigas cortadoras se posan sobre los costados del sendero, utilizando ramas y hojas secas como perchas (Orr 1992, Feener y Brown 1993, obs. pers.). Feener y Brown (1993) sugirieron que estos sitios serían valiosos como recurso ya que le permitirían al fórido observar las hormigas en las cuales van a oviponer. Esto es muy importante para los fóridos ya que seleccionan a las hormigas por el tamaño, siendo las hormigas de mayor tamaño las que son atacadas (Feener y Moss 1990, Orr 1992).

El objetivo de este proyecto fue probar cuán importante son las claves visuales en el fórido *Neodohrniphora curvinervis*, que deposita sus huevos dentro del cuerpo de las obreras de *Atta cephalotes*. Propongo que los fóridos estiman el tamaño adecuado de su hormiga hospedera al comparar con las hormigas próximas, disponibles en el sendero. Si esto es cierto, al colectar las hormigas de mayor tamaño que circulan por el

camino, la distribución (promedio y desviación) del ancho de cabeza de las hormigas atacadas por fóridos que se encuentran oviponiendo mientras se renueven las hormigas grandes serán más pequeños que los anchos de cabeza atacados normalmente. Por otro lado, la densidad de hormigas disponibles en el sendero afectaría al comportamiento de los fóridos, modificando la tasa de ataque y búsqueda. Así, espero que si la densidad de hormigas aumente en el sitio de ataque de un fórido, éste incrementará su tasa de ataque y búsqueda de hospederos. Además, al tener mayor cantidad de hospederos disponibles podrá seleccionar los tamaños más grandes.

Métodos

Realicé este estudio durante febrero del 2003, en la estación biológica La Selva, que es un bosque lluvioso de tierras bajas. Seleccioné un camino de un nido de *Atta cephalotes* que tenía obreras forrajeando durante el día y que presentaba *Neodohmiphora curvinervis* oviponiendo a las obreras.

Para probar si los fóridos son capaces de discernir el tamaño de sus hospederos por comparación con las hormigas que se encuentran disponibles localicé un fórido atacando en un sendero de *A. cephalotes*. En este punto recolecté diez hormigas que fueron atacadas por el parasitoide. Luego, con una pinza removí durante 15 minutos las hormigas con similar tamaño a las atacadas por los fóridos que se desplazaban por el sendero en dirección a la planta que estaban cortando, ya que *N. curvinervis* ataca hormigas que se mueven en esa dirección (Feener y Brown 1993). En el laboratorio, medí el ancho máximo de la cabeza de las hormigas que recolecté. Luego comparé los promedios de las hormigas que fueron atacadas sin remoción de obreras con los de aquellas que fueron atacadas cuando se removieron las obreras del tamaño mayor. Este experimento lo realicé con dos fóridos, que atacaron cinco hormigas en cada caso.

Realicé otro experimento para evaluar la efectividad del reconocimiento visual que tienen los fóridos cuando aumenta la densidad de hospederos. Coloqué una barrera que no permitía el paso de las hormigas en el camino, justo en el sitio donde el fórido se encontraba atacando. Esta barrera aumentaba la densidad de hormigas presentes en el sitio y separaba las obreras que volvían al nido cargadas con hojas de aquellas que se dirigían a la planta. Recolecté las hormigas que fueron atacadas en un período de cinco minutos, luego removí la barrera y esperé dos minutos para que se normalizara el tráfico de hormigas y recolecté las hormigas atacadas sin la barrera. Repetí este procedimiento cuatro veces, para dos fóridos atacando en dos sitios del mismo camino de hormigas. Medí el ancho de las cabezas de las hormigas recolectadas y comparé los tamaños con y sin barrera. Además, conté las veces que un fórido voló en los cinco minutos en ambos casos (con barrera y sin ella), discriminando entre veces que volaba de la percha y oviponía hormigas ("ataque"), veces que volaba y buscaba hormigas pero que no oviponía ("búsqueda") y otra conducta en la cual volaba de la percha y tocaba a la hormiga, provocando generalmente una reacción de defensa por parte de la hormiga, pero no la atacaba ("prueba"). Compararé estas conductas con una tabla de contingencia, para determinar si existe mayor tasa de ataque al aumentar la densidad de hospederos, y también para explorar si cambian las tasas de las otras conductas.

Resultados

Los anchos de las cabezas de las hormigas atacadas luego del tratamiento de remoción fueron significativamente más pequeños que los de las hormigas atacadas sin el tratamiento ($t = 2.38$, $n = 10$, $p = 0.03$; $X_{\text{con remoción}} = 2.52 \pm 0.14$, $X_{\text{sin remoción}} = 2.88 \pm 0.45$). Observé que el tamaño mínimo de obreras atacadas no fue diferente entre las

hormigas cuando se exponía a fóridos con menor cantidad de obreras grandes en el sendero.

Los presupuestos de tiempo de los fóridos muestran que la mayor parte de las veces que el fórido deja su percha no logra atacar a ninguna hormiga, sino que realiza vuelos de búsqueda (Fig. 1).

Los presupuestos de tiempo fueron diferentes cuando se colocó la barrera: al incrementar la densidad de hormigas, la tasa de oviposición fue mayor, al igual que la tasa de pruebas ($X^2 = 10.37$, $p = 0.006$, g.l. = 2, Fig. 2 y 3, Cuadro 1).

Los tamaños de las cabezas de las hormigas atacadas cuando la densidad de hormigas en el sitio de oviposición del fórido fue mayor, no eran diferentes de las atacadas cuando la densidad era normal ($t = -0.69$, $n = 10$, $p = 0.5$; Fig 4). Sin embargo, si se consideran los dos fóridos que se observaron en forma independiente, para el fórido A cuando la densidad de hospederos era alta el fórido atacaba hormigas en un rango más amplio de tamaños ($t = 0.04$, $n = 4$, $p = 0.96$; Fig. 5). En el caso de fórido B se observa que las hormigas son más pequeñas cuando la densidad era menor ($t = -0.93$, $n = 4$, $p = 0.37$; Fig. 6).

Discusión

Los fóridos utilizan las perchas para la localización de hospederos, ya que les permiten tener una posición elevada para ver las hormigas de tamaño adecuado que están circulando por el sendero. Estos sitios se ubican al lado de sectores de camino con pendiente casi de 90 grados, y desde allí el fórido tendría perspectiva para poder evaluar los tamaños de sus hospederos antes de que pase por la porción inclinada, en donde será atacada, probablemente porque circula más lento. Sin embargo, la gran parte de los vuelos que realiza el fórido no resultan en un ataque efectivo. Esto puede deberse a que la defensa de las hormigas no permite que el fórido se pose sobre ella (necesita posarse en la cabeza para poner el huevo por el occipucio), a que tal vez el fórido reconoce que la hormiga ya se encuentra parasitada o a que no está en buen estado de salud. Pero el comportamiento más frecuente fue cuando salía de la percha persiguiendo una hormiga a la cual no alcanzaba y se quedaba volando en busca de otra hormiga.

Entonces, los fóridos atacan hormigas más pequeñas que el promedio cuando no disponen de hormigas grandes. Sin embargo, el tamaño más pequeño de hormigas atacadas por el fórido cuando dispone de tamaños variados (sin remoción) y cuando los tamaños disponibles son menores (con remoción) es aproximadamente el mismo, lo que sugiere que estos parasitoides no elegirían a sus hospederos en forma relativa, comparando con los hospederos que se encuentran alrededor, sino que presentan un rango de tamaño con un óptimo y un mínimo tamaño, por debajo del cuál no oviponen.

Debido a que las hormigas que encuentran en el camino no son las de tamaño óptimo cuando se remueven las más grandes, y a que el fórido sigue ovipositando, existirían implicancias en la toma de decisiones para el fórido, ya que el ataque a un hospedero es riesgoso porque las hormigas pueden capturar a las moscas con sus mandíbulas cuando intentan oviponerlas (Feener y Brown 1993). Esta especie de fórido deposita varios huevos en un hospedero (Feener y Brown 1993), por lo que ovipositar en un hospedero más pequeño influiría en el tamaño de la postura. Como el tamaño más pequeño de hormiga atacada no varió, especulo que hospederos de tamaños inferiores al mínimo atacado no permitirían el desarrollo de la larva, debido a que la cantidad de alimento no sería suficiente, por lo que tal vez le convenga esperar a que pase una hormiga grande para depositar más de un huevo a que utilizar energía en depositar un sólo huevo. Esto, puede verse con los resultados del experimento de

barrera, en donde la cantidad de vuelos que realizó el fórido aumentó, en comparación con el ataque cuando no se aumentó la densidad, además, se ha visto que la mayor parte del tiempo se la pasan en la percha (Feener y Brown 1993, obs. pers.).

Los resultados de los experimentos de modificación de la densidad de hormigas en el camino son bastante confusos debido principalmente a que hay gran variación entre los dos fóridos estudiados. Por un lado, existió una mayor cantidad de ataques cuando había mayor disponibilidad de huéspedes. Los dos fóridos estudiados atacaron hormigas del mismo tamaño en senderos con alta o baja densidad de hormigas. Sin embargo, si se analizan los tamaños de hormigas atacados por los dos fóridos separadamente, se ven respuestas opuestas al aumento de la densidad de huéspedes. Así, el fórido A ataca un rango más pequeño de tamaños cuando la densidad es alta, mientras que el fórido B ataca un rango más grande de tamaños, en comparación con el fórido A, en condiciones de alta densidad de hormigas. Para entender mejor este sistema es necesario tener observaciones de más fóridos, ya que la variación se puede deber a muchas causas como ser diferentes intereses del fórido a lo largo del día, o incluso a variaciones en el comportamiento dentro de la especie.

Referencias

- Feener D.H. y Brown B.V. (1993). Oviposition behavior of an ant-decapitating fly, *Neodohrniphora curvinervis* (Diptera: Phoridae) and defense behavior by its leaf-cutting ant host *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). J. Ins. Behav. 6: 675-688.
- Feener D.H. y Moss K.T.A. (1990). Defense against parasites by hitchhikers in leaf-cutting ants: a quantitative assessment. Behav. Ecol. Sociobiol. 26: 17-29.
- Godfray H.C.J. (1994). Parasitoids. Princeton University Press, New Jersey.
- Morehead S. (1999). Host specificity of *Apocephalus paraponerae*, a dipteran parasitoid of tropical ants. Ph.D. Thesis, University of Utah.
- Orr M.R. (1992). Parasitic flies (Diptera: Phoridae) influence foraging rhythms and caste division of labor in the leaf-cutter ant, *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). Behav. Sociobiol. 30: 395-402.

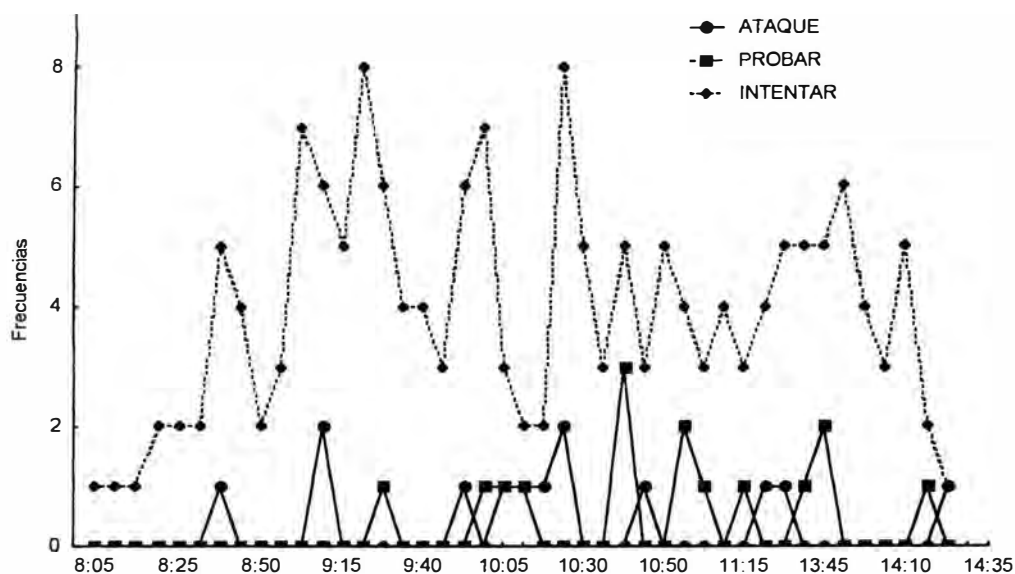


Fig. 1: Presupuestos de tiempo de un fórido: a cada intervalo de tiempo se indican las conductas que realizó un fórido al volar desde su percha.

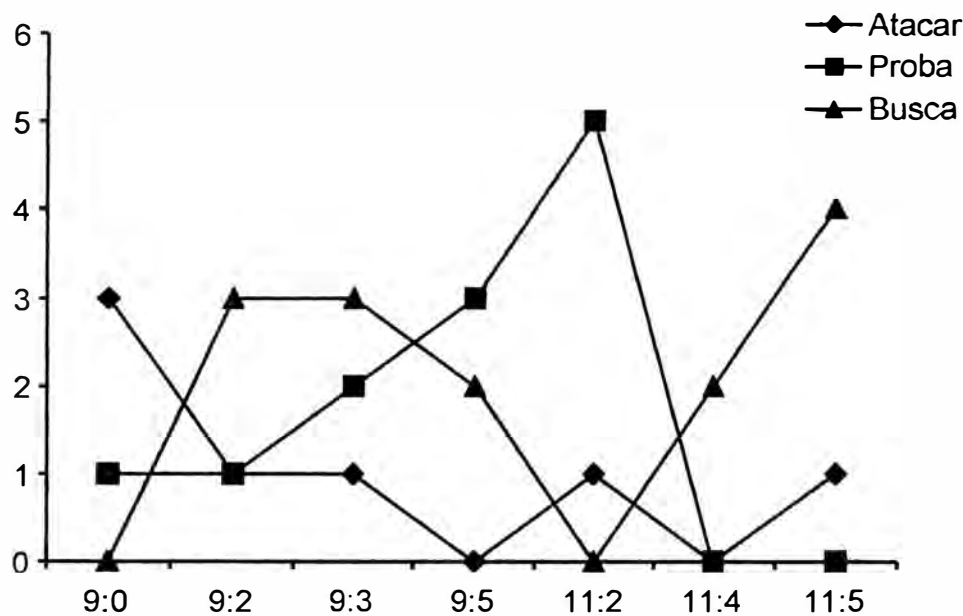


Fig. 2: Presupuestos de tiempo para un fórido cuando la densidad de hormigas en el sendero era alta.

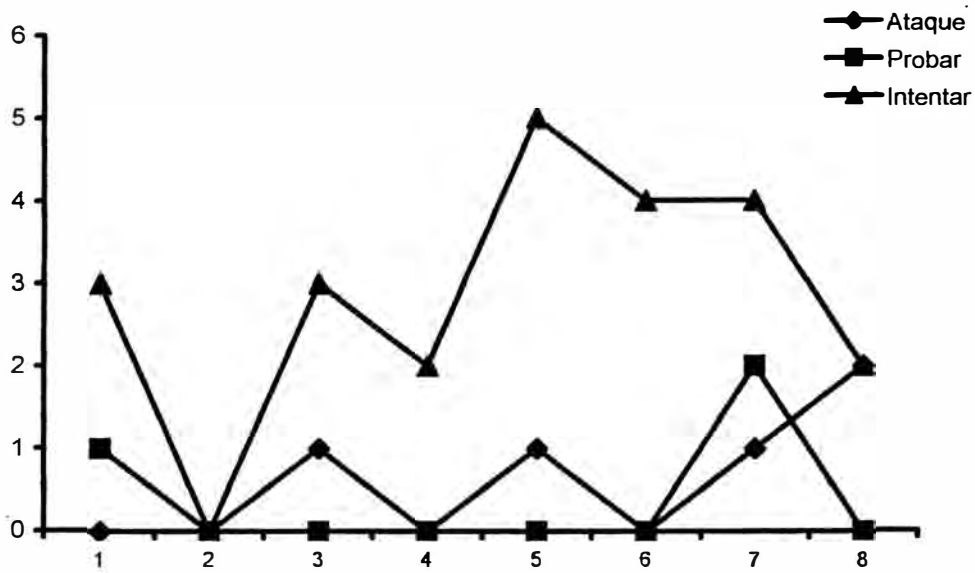


Fig. 3: Presupuestos de tiempo para un fórido cuando la densidad de hormigas en el sendero era baja.

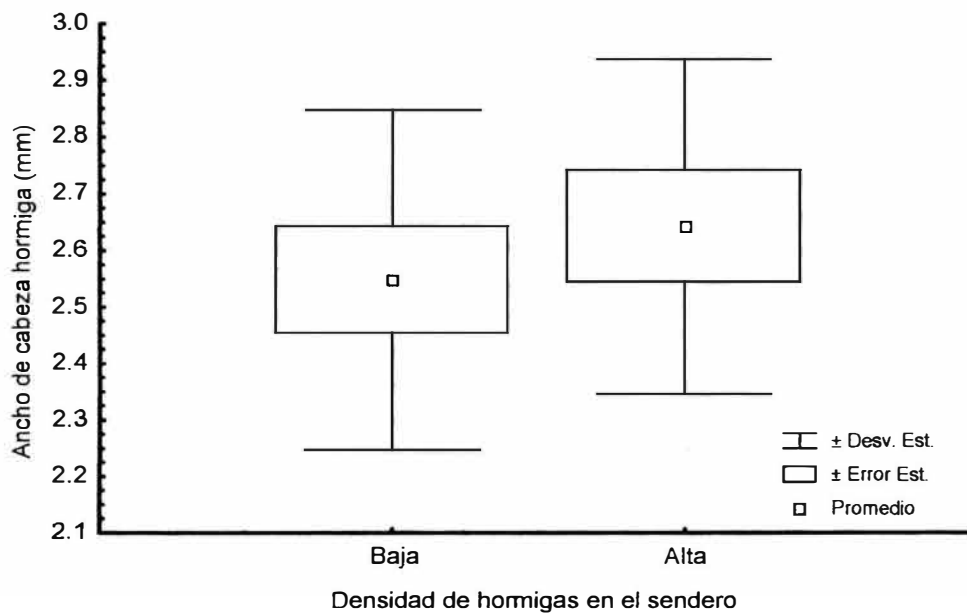


Fig. 4: Tamaños de cabezas de hormigas atacadas por dos fóridos para dos densidades de hormigas: alta o baja (se colocó una barrera y sin ella).

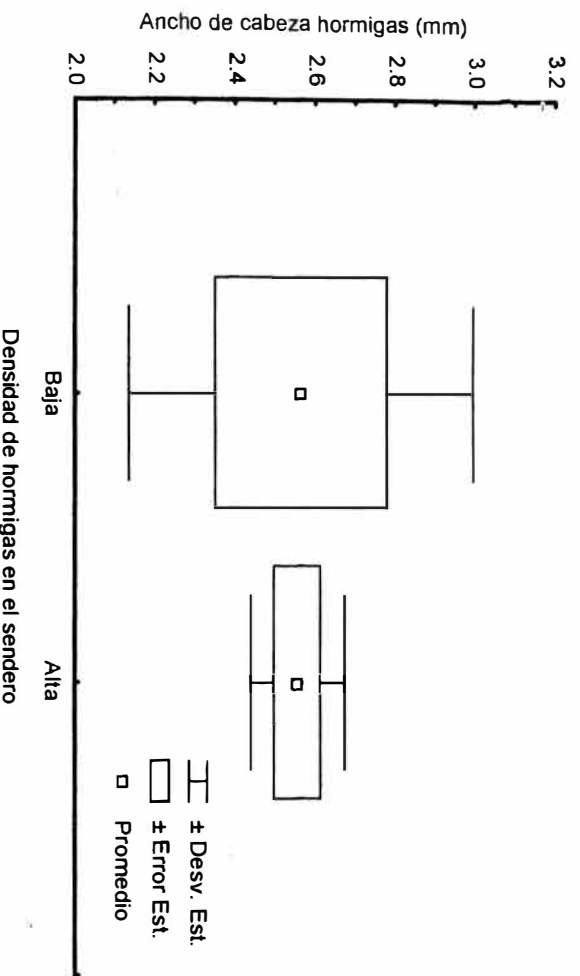


Fig. 5: Tamaños de cabezas de hormigas atacadas por el fórido A para dos densidades de hormigas: alta o baja.

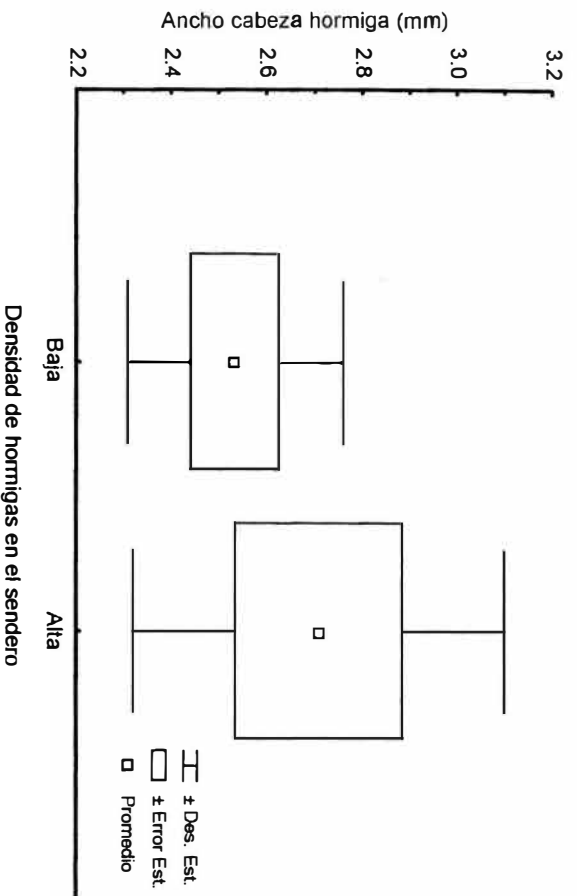


Fig. 6: Tamaños de cabezas de hormigas atacadas por el fórido B para las dos densidades de hormigas: alta o baja.

Cuadro 1: Valores de X^2 (prueba de medianas) para los comportamientos durante el vuelo de un fórido cuando se encontraba atacando en condiciones de alta y baja densidad de hospederos.

	Atacar	Buscar	Probar
X^2	1	0.41	4
g.l.	1	1	1
P	0.32	0.52	0.04
Mediana con alta densidad	1	2	1.5
1 ^{er} y 3 ^{er} cuartil	1-4	0-3	0.5-2.5
Mediana con baja densidad	0.5	3	0
1 ^{er} y 3 ^{er} cuartil	0-1	2-4	0-0.5

TAMAÑO DE HOJAS CARGADAS POR HORMIGAS CORTADORAS; CUANTO MÁS MEJOR?

Luciano E. Lopes

Resumen. Obreras de hormigas cortadoras son capaces de cargar mucho más peso que el de su cuerpo. El costo energético en cortar y transportar hojas puede ser grande y se espera que selección natural favorezca el forrajeo de hojas en un tamaño óptimo. Alteré experimentalmente las masas de hojas cargadas por las obreras aumentando la variación encontrada naturalmente. Ajusté a los datos un modelo de optimización basado en la función de Ricker para obtener la curva de ganancia bruta. Los resultados indican que hay costos adicionales en utilizar hojas más grandes. Sugiero la hipótesis de que estos costos estén relacionados a la selección de hospedero por Phoridae (Diptera) que podría ocurrir por evaluación del tamaño de la hoja cargada. Esta podría ser una de las explicaciones para el echo de que las hormigas no cargan la mayor hoja posible para su tamaño.

Palabras Clave: *Atta cephalotes*, forrajeo óptimo, función de Ricker, modelo de optimización, Phoridae.

Introducción

Las colonias de hormigas tienden a adoptar estrategias de forrajeo que resulten en la obtención de la mayor cantidad posible de energía con el menor costo (Hölldobler y Wilson 1990).

Obreras de hormigas cortadoras son capaces de cargar hojas hasta 11 veces más pesadas que su propio cuerpo (Astudillo *et al.* 2003) garantizando grande aporte de material para cultivo de sus hongos. Entretanto, el costo energético de este echo aumenta linealmente con la masa de la hoja cargada y puede ser hasta 7.2 ± 1.8 veces mayor en movimiento que en reposo (Nielsen *et al.* 1982 apud Hölldobler Y Wilson 1990).

Varios trabajos han discutido la optimización del forrajeo de hormigas cortadoras con respecto a la selección del tamaño del fragmento de hoja. Se considera que esta optimización puede ocurrir a nivel de la obrera individualmente o de la colonia, siendo este un tema controversial (Burd 1996, 2000).

Un estudio anterior evidenció que agregar peso a las hojas cargadas por *Atta cephalotes* parece no disminuir la eficiencia de las obreras (Astudillo *et al.* 2003) indicando que podrían transportar hojas mayores. En el presente estudio discuto por que no lo hacen, considerando la relación entre ganancia y masa de las hojas a partir de un modelo de optimización basado en la función de Ricker (M. Rodríguez *com. pers.*).

Material y Métodos

Realicé este estudio en la Estación Biológica La Selva de 8 a 11 de febrero de 2003. Tres colonias fueron ubicadas en la arboleda de la Estación y estudiadas en el periodo de 8 a las 17 h.

En los experimentos registré el tiempo utilizado por una hormiga para recorrer 50 cm en el sendero de concreto. En seguida, corté parte de la hoja transportada (menos peso), o pegué pedazos de papel aluminio a la hoja (más peso). Como control simulé el disturbio provocado por los tratamientos pero sin alterar el peso de la hoja, hallando o

transportando la hoja y la hormiga con una pinza. Las manipulaciones fueron realizadas con las hormigas en movimiento. Después de 30 cm utilizados para que pasase el efecto inicial del disturbio, observé el tiempo gastado por la hormiga para recorrer otros 50 cm. La hormiga, la hoja y el papel aluminio agregado fueron recolectados y pesados en laboratorio con balanza analítica. Obtuve en total 149 observaciones.

Las variables utilizadas para el ajuste del modelo fueron las diferencias en masa cargada y tiempo, observadas en cada hormiga, en función del cambio experimental en la masa de la hoja transportada.

Resultados

Los costos están representados por (E 1) siendo T el tiempo de desplazamiento, B la masa de la hoja cargada, m y n son coeficientes estimados a partir de los datos por el método de mínimos cuadrados.

$$T = me^{nB} \quad (E1)$$

La ganancia bruta (G) es representada por (E 2) y B es la masa de la hoja, a y k son coeficientes estimados.

$$G = aB^k \quad (E2)$$

La ganancia neta (GN) es la proporción entre ganancia y costo G/T según la función de Ricker.

$$GN = \frac{aB^k}{m} e^{-nB} \quad (E3)$$

adonde a , m y n son coeficientes estimados a partir de los datos.

Derivando esta función (E3) se obtiene que:

$$\frac{dGN}{dB} = K \frac{a}{m} B^{k-1} e^{-nB} - \frac{a}{m} B^k n e^{-nB} = 0 \quad (E4)$$

$$k = nB \quad (E5)$$

siendo que k determinara, en este modelo, la forma de la curva de ganancia en función de la masa de la hoja (E2).

A partir del modelo ajustado se obtiene que $n = 26.6369$ (Fig.1). Considerando que en promedio las hormigas tenderían a cortar hojas en un tamaño cercano al óptimo para maximizar su ganancia neta utilicé en (E3) el valor promedio de las hojas cargadas en condiciones naturales $B = 0.029272$ y, por lo tanto $k = 0.779722$. La curva de ganancia a partir de este valor de k (Fig. 2) sugiere una pequeña disminución en la tasa de ganancia bruta por unidad de masa para hojas más grandes.

Aunque no figure en el modelo, encontramos, en condiciones naturales, una ligera relación entre masa de la hormiga y la masa de la hoja cargada ($N= 149$; $R_p= 0.16$, $P= 0.019$; Fig. 3).

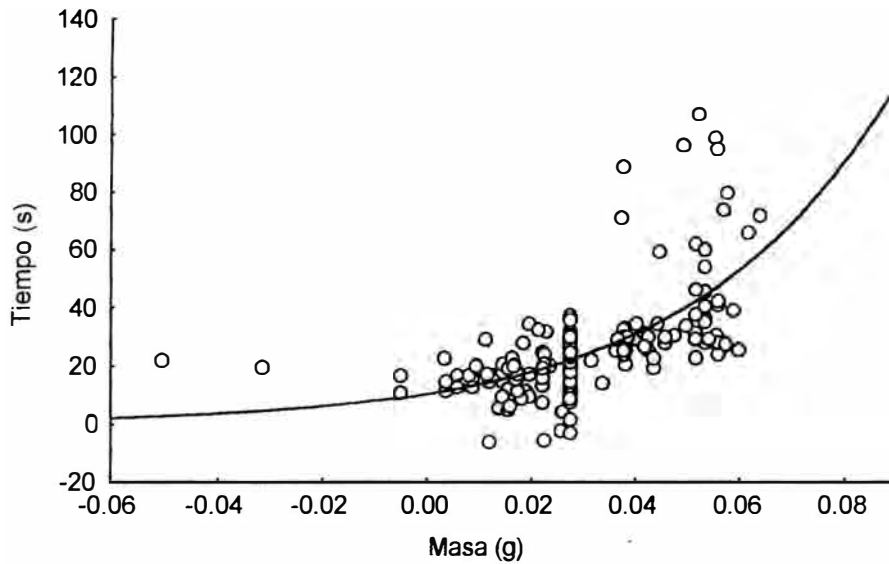


Fig. 1. Diferencias en el tiempo para recorrer 50 cm debido a alteración de masa de la hoja transportada. Datos transformados (diferencia + promedio) para evitar muchos valores negativos. $\text{Tiempo} = (10.78565) \cdot \exp((26.6369) \cdot \text{Masa})$

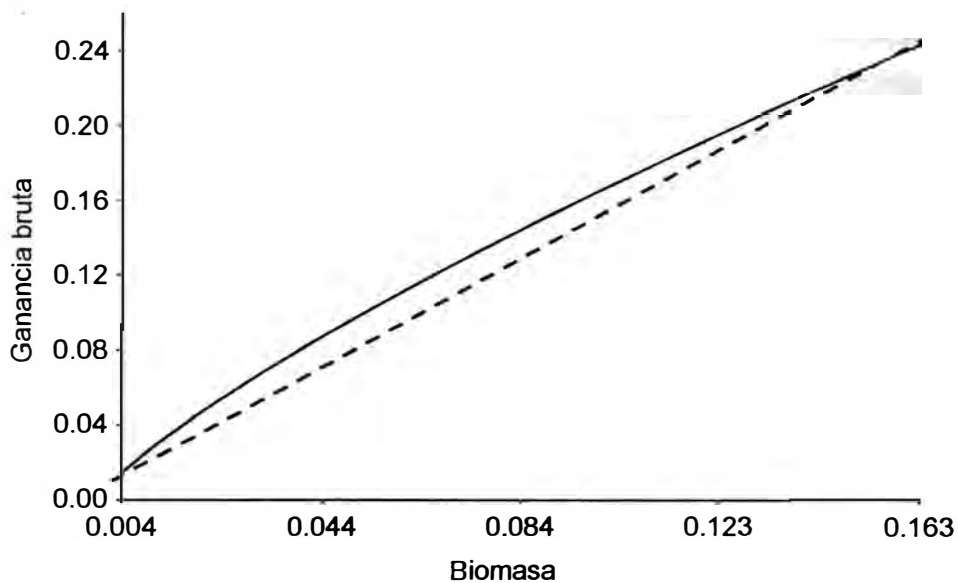


Fig. 2. Ganancia bruta (GB) en función de la biomasa de la hoja transportada (B). Los valores observados en los ejes son relativos, los valores absolutos dependen del parámetro a no estimado. $GB = aB^k$; $k = 0.779722$. Línea punteada para comparación $k = 1$.

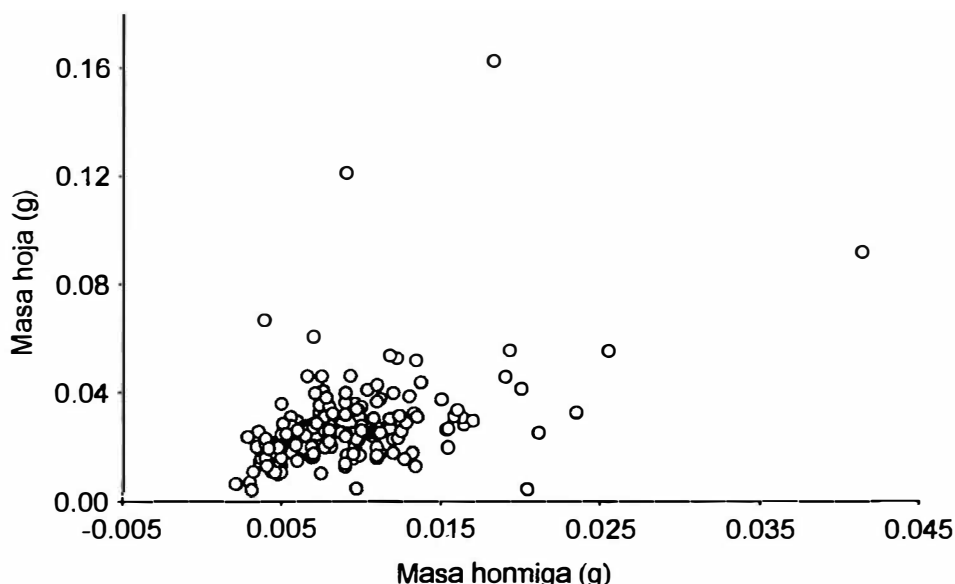


Fig. 3. Relación entre masa de la hormiga y de la hoja transportada en condiciones naturales.

Discusión

A partir del modelo ajustado encontré que no es ventajoso para las obreras de *Atta cephalotes* cargar hojas tan grandes como sea posible. Aunque el aumento en el costo de transporte sea compensado por el aumento en la ganancia bruta (Astudillo *et al.* 2003) este estudio indica que pueden haber costos adicionales en cargar hojas grandes.

Hay estudios sobre el forrajeo de *Atta spp.* que discuten por que generalmente los individuos cargan hojas más pequeñas que el óptimo estimado. Se ha propuesto que quizás la mayor tasa de llegada de pedazos pequeños de hojas al hormiguero pueda optimizar el proceso de manipulación por parte de las obreras encargadas de preparar el sustrato para cultivar el hongo (Burd 1996). Otra hipótesis es que los recorridos realizados en los arboles presentan mayor dificultad y por lo tanto mayor costo que los estimados por estudios realizados en el suelo (Burd 1996). Una tercera hipótesis relaciona la ventaja de cargar menores pesos a la posibilidad de recorrer el camino del árbol al hormiguero en menor tiempo, estando menos susceptible a depredación y a parásitos (Burd 1996).

Moscas de la familia Phoridae son parasitoides importantes de hormigas cortadoras, influyendo en su patrón de actividad diaria o estacional así como en su evolución (Feener y Moss 1990). Una serie de evidencias sugieren que los foridos son un factor clave para entender el patrón de forrajeo de hormigas cortadoras. Wetterer (1998) verificó que la masa de las hojas cargadas durante el día es menor que en la noche y la relación entre masa de la hormiga y masa de la hoja es menor durante el día. El autor considera este patrón como una posible estrategia para evitar el ataque de estos parasitoides, activos durante el día. Feener y Moss (1990) verificaron que algunas especies de estos dípteros necesitan posarse en hojas cargadas por obreras para poner sus huevos y sugiere que en hojas muy pequeñas no podrían hacerlo. Es sabido que los Phoridae seleccionan el tamaño de su hospedera (Orr 1992) y se ha

propuesto que lo hacen evaluando directamente el tamaño de las hormigas (Elizalde 2003).

Sugiero que podría ser que los Phoridae también utilicen el tamaño de las hojas para evaluar el tamaño de las hormigas, una vez que se tratan de factores relacionados. Además parece haber más esfuerzo de defensa por obreras “guarda-espaldas” a hormigas que cargan hojas más grandes (*obs. pers.*). La función de esta casta es relacionada a protección contra los Phoridae (Feener y Moss 1990) indicando que hormigas con hojas más grandes pueden ser más susceptibles al ataque de los parásitos. La presión selectiva negativa ejercida por los Phoridae sobre hormigas que, en su presencia, cargan hojas grandes podría explicar la menor relación entre masa de hojas y masa de las hormigas encontrada durante el día por Wetterer (1998), así como la selección de hojas de tamaños mas pequeños do que los que pueden cargar.

Aunque *Neodohniphora curvinervis*, el Phoridae encontrado por Elizalde (2003) en la Estación Biológica La Selva, no necesite de hojas para poder huevos (Feener y Brown 1993) es posible la ocurrencia local de otras especies de este parásito tanto en el presente como en otro momento de la evolución de esta especie de hormigas.

Limitaciones del modelo. Hay que se considerar que el modelo no se ajusto perfectamente a los datos y esto puede afectar la estimación de los coeficientes. La curva de ganancia esta basada en el promedio de la masa de las hojas cargadas por las hormigas, asumiéndolo como un valor cercano al óptimo. Aunque las obreras individualmente no parezcan seleccionar tamaños óptimos de hojas (Burd 1996, 2000) parece haber una optimización en términos de la proporción de obreras de cada tamaño. O sea, la optimización parece darse en términos del agrupamiento de obreras (Hölldobler y Wilson 1990), validando la utilización de un promedio como valor cercano al óptimo en el cálculo de k .

Este modelo no incluyo la variación en el tamaño de las obreras como variable. Este puede ser un factor explicativo importante, ya que obreras más grandes gastan menos energía por gramo corporal (Hölldobler y Wilson 1990). Es conocido que la temperatura y humedad son importantes en el patrón de actividad de varias especies de hormigas (Hölldobler y Wilson 1990). Lewis y colaboradores (1974 apud Wetterer 1988) no pudo explicar variación en actividad diurna y nocturna de distintas colonias de *Atta cephalotes* por estas variables ambientales. Tales variables podrían influir en la optimización del tamaño de hoja (Chaves, J. *com. pers.*) entretanto no he visto discusiones al respecto permaneciendo esta pregunta para otros estudios.

Aunque el modelo presente problemas la discusión propuesta sigue siendo válida pues los resultados obtenidos fueron verificados independientemente en otros trabajos (Burd 1996; Wetterer 1988).

Agradecimientos

A los profesores Carlos Cordero y Marco Rodríguez por la orientación y a los colegas David, Evelyng, Jimena, Juan Carlos y Monica por cedieren parte de los datos experimentales utilizados. A los coordinadores Johel Chaves y Gilbert Barrantes por la revisión del informe.

Referencias

Astudillo, E.K.; Forero, J.; Lopes, L.; Ollazabal, M.; Suárez, D.; Villareal, J.C y Cordero, C. 2003 Tamano de la hoja y eficiencia de forrajeo en *Atta cephalotes*. Este volumen.

- Burd, M. 1996. Foraging performance by *Atta colombica*, a leaf-cutting ant. *American Naturalist* 148: 597-612.
- Burd, M. 2000. Foraging Behaviour of *Atta cephalotes* (leaf-cutting ants): an examination of two predictions for load selection. *Animal Behaviour* 60: 781-788.
- Elizalde, L. 2003. Fóridos decapitadores: visión de *Neodohniphora curvinervis* (Diptera:Phoridae) parasitoide de *Atta cephalotes*. Este volumen.
- Feener, D.H. y Brown, B.V. 1993. Oviposition in ant-decapitating fly, *Neodohniphora curvinervis* (Diptera:Phoridae) and defense behaviour by its leaf-cutting ant host *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Insect Behaviour* 6: 675-688.
- Feener, D.H. y Moss, K.A.G. 1990. Defense against parasites by hitchhikers in leaf-cutting ants: a quantitative assesment. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 26: 17-29.
- Hölldobler, B. y Wilson, E.O. 1990. The ants. Belknap Press. Harvard University Press. Cambridge.
- Orr, M.R. 1992. Parasitic Flies (Diptera:Phoridae) influence foraging rythms and cast division of labor in leaf-cutting ants *Atta cephalotes* (Hymenoptera:Formicidae). *Behavioural Sociobiology* 30: 395-402.
- Wetterer, J.K. 1988. Size selective foraging by leaf-cutting ants and planktivorous fish. Tesis de doctorado. Universidad de Washington.

LOS PECES CONSUMEN MAS LOS FRUTOS ASOCIADOS A LAS ORILLAS DE LOS RIOS?

Gustavo Adolfo Londoño

Resumen. Los peces pueden estar jugando un papel importante en el consumo de frutos y macrofitas en los ríos y quebradas del trópico. Pocas especies de árboles están asociados a los bordes de los ríos, esto limita la disponibilidad y variedad de frutos para los peces. En los trópicos mesoamericanos y en Sur América aparentemente muchos árboles dependen de los peces para su dispersión. En el río Puerto Viejo se realizó un experimento con distintos frutos, unos asociados a los bordes de ríos y otros de interior de bosque. Los tamaños, colores y formas eran diferentes entre los frutos. Además, no todos los frutos flotaban, solo aquellos asociados a los ríos lo hicieron. Los peces consumieron en igual cantidad tres de los cinco frutos utilizados en el experimento. Los frutos que flotaban recorrían mayores distancia debido a que eran mayormente consumidos en lugares distintos a los que caían, lo contrario ocurrió con los que no flotaban.

Palabra Clave: Peces, dispersión de frutos.

Introducción

Raramente se encuentran frugívoros especialistas en comparación a otros gremios. Los herbívoros probablemente pasan más tiempo procesando que localizando alimento, lo opuesto ocurre con los carnívoros. En contraste a los herbívoros y carnívoros que generalmente tienen relaciones antagonísticas con las especies de alimento, los frugívoros y nectarívoros generalmente tienen relaciones positivas con las plantas de las cuales obtienen su alimento. A pesar de que frutas y flores son usualmente conspicuos y fáciles de localizar, generalmente estos ítems han sido descritos como agregados y efímeros. A diferencia de lo que sucede con los insectos, las densidades de frutas y flores son usualmente consideradas variables en tiempo y espacio (Fleming 1992). De los vertebrados frugívoros los peces han sido relativamente poco estudiados. Sin embargo una gran proporción de peces pueden alimentarse de frutos (Wootton & Oemke 1992).

Más de 350 especies de peces dulceacuícolas habitan áreas continentales en mesoamérica. La zona es especialmente rica en especies de Poecilidos y Ciclidos, mientras que los Caracidos y Siluriformes son más abundantes en Sur América. Los miembros de la familia Characidae son de los principales consumidores de frutos en el neotrópico. En su mayoría son pequeños y plateados a veces con colores brillantes, habitan todo tipo de ambientes desde pantanos y lagos grandes hasta pequeñas quebradas. La mayoría son carnívoros pero otros se alimentan principalmente de plantas (Bussing 1998).

El éxito reproductivo de las plantas que producen frutos con pulpa depende de los dispersores, por eso es importante quien y en que cantidades consumen sus frutos. Las plantas que producen frutos atraen una gran cantidad y variedad de frugívoros para que consuman sus frutos, algunas son más selectivas en los dispersores que atraen, buscando seleccionar a los mejores dispersores. Estas estrategias de las plantas buscan alejar las semillas lo más lejos del parental, para que las probabilidades de sobrevivencia de estas aumenten (Begon *et al.* 1986). Pocas plantas están asociadas a sistemas acuáticos, sin embargo los frutos de estas especies son consumidos

principalmente por peces. En este estudio realicé un experimento para evaluar si existe un mayor consumo de frutos de aquellas especies asociadas a los cuerpos de agua, respecto a los que no lo están por parte de los peces.

Metodos

Este estudio lo realicé en el río Puerto Viejo ubicado en la Estación Biológica La Selva. Para determinar si los peces consumían preferencialmente frutos asociados al agua. Se colectaron frutos de especies de distinto colores y tamaños para ser lanzadas al agua estas eran: (1) *Ficus* sp. (Moraceae) (5 x 4 cm) de un árbol que se encontraba a orilla del río y sus frutos caían en gran numero al río. (2) *Trichilia* sp. (Meliaceae) (2 x 1.5 cm). Estos frutos se encontraban en el interior del bosque (SAT 200), el arilo era de color rojo y tenía de una a cuatro semillas. Los frutos se hundían lentamente en el agua. (3) *Nectandra* sp. (Lauraceae) (1.5 x 1 cm) Los frutos de color verde, cuando caían al agua se hundían lentamente. (4) *Dipteryx panamensis* (Fabaceae) (8 x 5.5 cm), Los frutos de este árbol emergente son de color café y apenas caen al agua se hunden rapidamente. (5) *Cecropia* sp. (6 x 2 cm) Los frutos de este árbol esta muy asociado a orillas de ríos (Terborgh 1983). Todos los frutos fueron lanzados desde una misma altura (3 metros) y a un mismo lugar (en aguas rápidas) en el río. La secuencia de lanzamiento era constante y se repetía al menos 17 veces, esto dependían de la cantidad de frutos.

Resultados

Todos los consumos de frutos fueron realizados por miembros de la familia Characidae. Solamente los frutos de *Ficus* sp. flotaron, los demás se hundieron a distintas velocidades.

Los frutos de tres de los cinco tipos de frutos colectados fueron consumidos en todas las ocasiones, en cambio los frutos de *Dipteryx panamensis* y *Cecropia* sp. fueron removidos (esto se tomo como consumo) solo las primeras veces que se lanzaban y después no los buscaban (Fig. 1).

De los tres frutos consumidos, el tiempo de consumo varió siendo menor en los frutos que se hundían respecto a los que flotaban (Fig. 2). Todos los frutos que se hundían eran consumidos en el lugar en que caían (aguas rápidas). Lo contrario ocurrió con los que flotaban que fueron consumidos el 62 % en aguas lentas y el 38 % restante fue consumido en aguas rápidas.

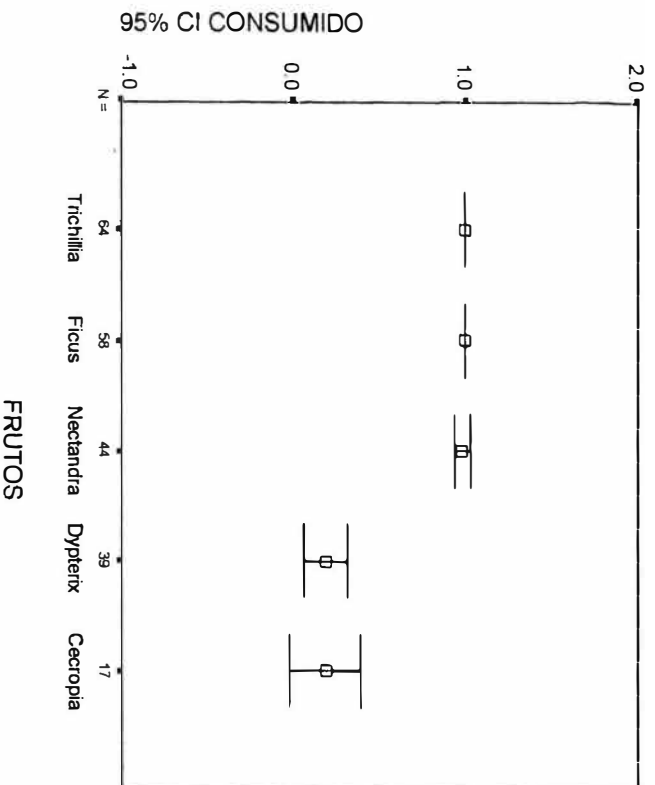


Fig. 1. Promedio y error estándar de los frutos consumidos de cada especie. 1 es consumido, 0 es no consumo.

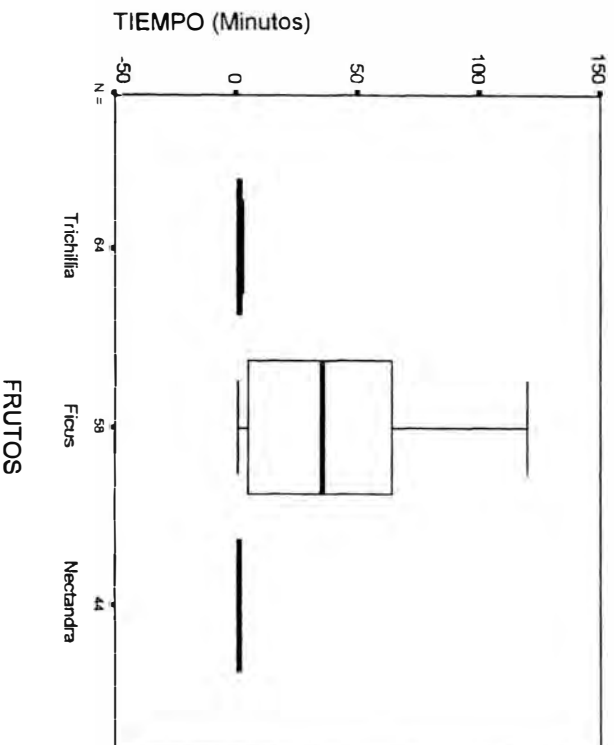


Fig. 2. Tiempo en el que los frutos son consumidos para cada especie.

Discusión

Estudios en el trópico demuestran que el consumo de frutos y hojas por parte de los peces de la familia Characidae afecta la abundancia de macrofitas y juega un papel importante en la remoción de hojas que caen en este sistema (Wootton & Oemke 1992). El consumo de distintos frutos sugiere que los peces tienen una baja selectividad, ya

que no importo que tan familiar era un fruto en el sistema y tampoco los colores o tamaños. El no consumo de *Cecropia* sp. se pudo deber a que estos frutos estaban inmaduros. Esto indica que los peces puede diferenciar el estado de madures de los frutos. Por otro lado el no consumo de los frutos de *Dipteryx panamensis* se pudo deber a que este era poco atractivo y muy duro para poderlo consumir. Los primeros cinco frutos que fueron lanzados los removieron pero los demás fueron ignorados, esto sugiere que puede haber un aprendizaje muy rápido por parte de los peces en el tipo de presa que cae, ya que si siempre un pez va a buscar algo que caiga repetidamente al agua (como ramas), puede estar invirtiendo en tiempo y energía de búsqueda que podría ser mejor utilizado en presas potenciales las cuales serán aprovechadas por otros individuos que no hallan reaccionado al estímulo de la caída de la rama. La estratificación vertical dentro de la columna de agua puede estar influyendo en el consumo de frutos en las distintas velocidades de agua, ya que los peces tienden a estar más hacia el fondo que en la superficie para disminuir el riesgo de depredación. Lo anterior influye en la reacción que pueden tener los peces ante la caída de un fruto en un agua rápida en donde este se desplazará más rápido y los peces tendrían menos tiempo para reaccionar ante la caída de un fruto que en aguas lentas en donde tienen más tiempo para observar el fruto y salir a capturarlo a la superficie.

El consumo indiscriminado de frutos por parte de los peces se puede explicar por lo efímero que es este recurso en estos sistemas acuáticos siendo más marcado que en ecosistemas terrestres. Además, los peces están restringidos al agua y no tienen acceso directo a este recurso. Estas características sugieren que los peces que consumen este tipo de recursos sean poco selectivos y aprovechen cualquier fruto que caiga al agua.

Los *Ficus* se encuentran cerca de cuerpos de agua en muchos bosques y el tipo de fruto que poseen (cicono), puede ser ventajoso en la dispersión de estas especies en el agua, ya que es capaz de flotar y recorrer mayores distancias, respecto a la gran mayoría que se hunden en los lugares que caen.

Referencias

- Begon M., Harper J. L. & Townsend C. R. 1986. Ecology individuals, populations and communities. Sunderland, Massachussets.
- Bussing W. A. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Universidad de Costa Rica, San José.
- Fleming T. H. 1992. How do fruit and nectar feeding birds and mammals track their food resources?. Pp. 355-385. En, Hunter M. K., Ohgushi t., & Price P. W. (eds.). Effects of resource distribution on animal-plant interaction Academic Press, California.
- Terborgh, J. 1983. Five new world primates: A study in comparative ecology. Princeton Univ. Press., Princeton, New. Jersey.
- Wootton T. & Oemke M. P. 1992. Latitudinal differences in fish community trophic structure, and the role of fish herbivory in Costa Rica steam. Environmental Biology of Fishes 35: 311-319.

DENSIDAD DE *Dendrobates pumilio* (ANURA: AMPHIBIA) EN BOSQUE PRIMARIO Y SECUNDARIO EN LA ESTACIÓN BIOLÓGICA LA SELVA

Ruth Percino-Daniel

Resumen. Comparé la abundancia de *Dendrobates pumilio* en diferentes hábitats: bosque primario, bosque secundario y una plantación de *Cedrela odorata* en la Estación Biológica La Selva. Además medí la cobertura de hojarasca en cada sitio para evaluar su posible asociación con la abundancia de *D. pumilio*. Esperaba una mayor abundancia de *D. pumilio* en el bosque secundario y la plantación, determinado por una mayor cobertura de hojarasca. En cada hábitat establecí cuatro cuadrantes de 10 x 10m en los cuales registré la abundancia de estas ranas. Tomé medidas de la cobertura de hojarasca con una retícula de 2.5 m por cuadrante. La mayor abundancia de *D. pumilio* la encontré en la plantación de *C. odorata* y el bosque secundario. La cobertura de hojarasca no determinó la abundancia de las ranitas en los hábitats estudiados. De acuerdo a los resultados obtenidos, *D. pumilio*, es una especie que en hábitats primarios no es abundante y que al modificarse estos hábitats ha sido favorecida, reflejándose en el aumento de sus abundancias en hábitats modificados.

Palabras Clave: *Dendrobates pumilio*, anfibios de hojarasca.

Introducción

Diversos estudios han mostrado diferencias entre el bosque primario y secundario sobre la composición y abundancia de especies de herpetofauna (Lieberman 1986). Patrones de actividad diaria y estacionalidad determinan como estas variables ambientales interactúan para influir en los patrones estacionales de la composición y abundancia de la herpetofauna (Guyer 1990). El patrón de estacionalidad del volumen de hojarasca, también ha sido un factor que determina la composición y abundancia de herpetofauna en general (Fauth et al. 1989). La profundidad de hojarasca ha sido positivamente correlacionada con el número de especies y su abundancia (Slowinski y Crother 1987). En este contexto, *Dendrobates pumilio* es una especie diurna, que es asociada a la hojarasca (Slowinski y Crother 1987). Se encuentra activa durante todo el año y también se reproduce durante todo el año (Crump 1983). Las densidades de sus poblaciones son altas (Donnelly 1994). Los machos son territoriales (Robakiewick 1992) y la pareja presenta un cuidado parental (Donnelly 1994).

Algunos estudios han señalado que esta especie es muy abundante en bosques secundarios y no en bosques primarios (Slowinski y Crother 1987). De hecho, la mayoría de los estudios ecológicos, de comportamiento y territorialidad de *D. pumilio* han sido realizado en bosques secundarios. El presente estudio compara la abundancia relativa en tres diferentes hábitats: bosque primario, bosque secundario y una plantación de *Cedrela odorata* - *Euterpe oleracea* en función de la cobertura de hojarasca. Esperando registrar una mayor abundancia de *D. pumilio* en el bosque secundario y la plantación de cedro. Ya que se ha señalado que la hojarasca es ligeramente más profunda en cacaotales y significativamente más anuros han sido también encontrados ahí (Slowinski y Crother 1987, Fauth et al. 1989).

Métodos.

El presente trabajo lo realicé en la Estación biológica de La Selva. Realicé muestreos diurnos en tres diferentes hábitats: Bosque primario, bosque secundario de 13 años de edad y en la plantación de *Cedrela odorata* - *Euterpe oleracea*. En cada hábitat, tire una línea y en ella delimite cuatro cuadrantes de 10 x 10 m con una distancia de 10 m cada uno. En ellos realicé una búsqueda intensa de las ranas en la hojarasca. Además, en cada cuadrante trace una retícula cada 2.5 m y en las intersecciones registré la presencia (1) o ausencia (0) de hojarasca para estimar cobertura de hojarasca.

Realicé un análisis de varianza para las abundancias de ranitas entre los diferentes hábitats y emplee la variable de hojarasca como una covariable. Calculé una prueba de correlación entre la cobertura de hojarasca y abundancia de ranas.

Resultados

Registré la mayor abundancia de *D. pumilio* en la plantación de cedro (Fig. 1) y la menor fue en el bosque primario ($F = 9.50$, $P = 0.006$, $gl = 9$). La cobertura de hojarasca parece ser una variable importante en la abundancia de las ranitas en los diferentes lugares ($r = 0.50$, $P = 0.045$, $N = 12$, Fig. 2).

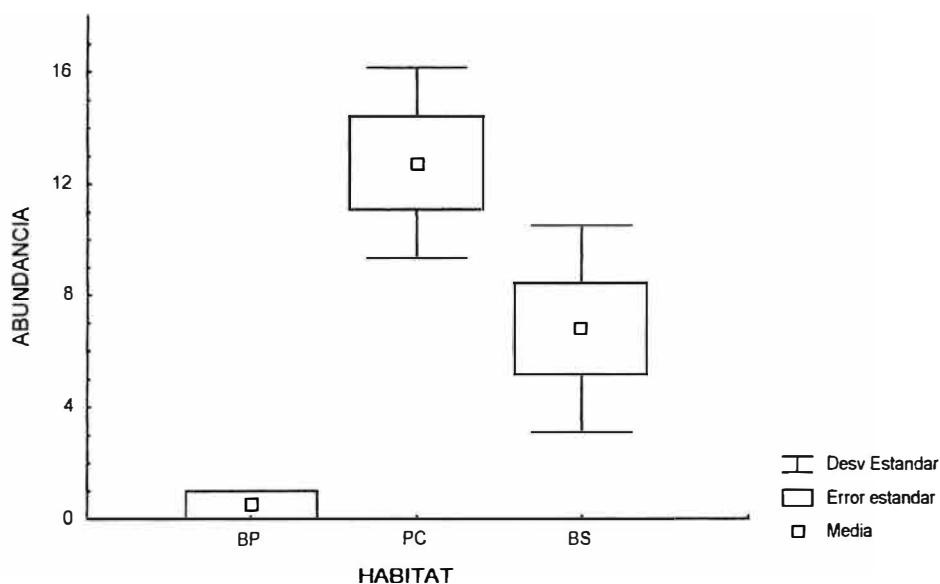


Fig. 1. Abundancia promedio de *D. pumilio* en los diferentes hábitats.

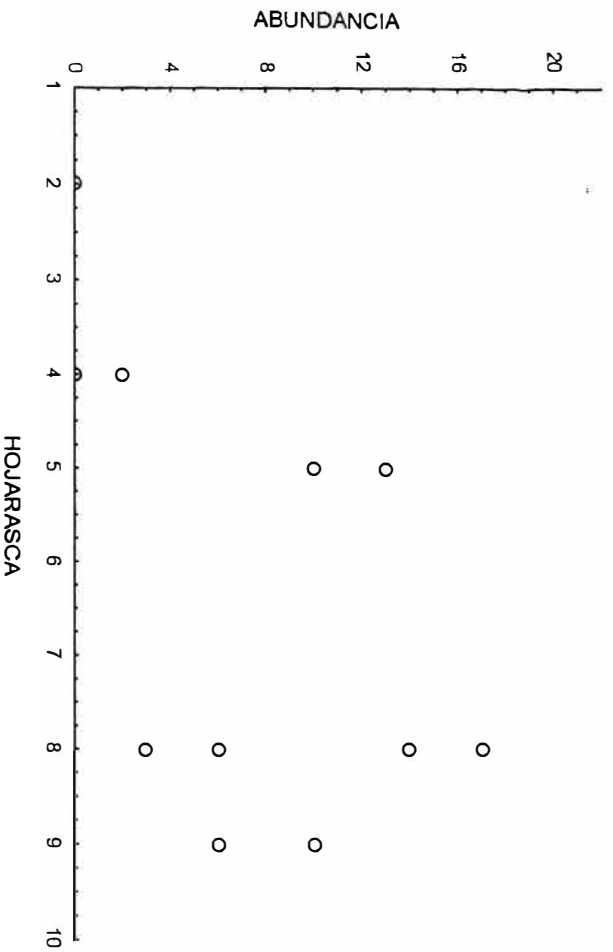


Fig. 2. Abundancia de *D. pumilio* con respecto a la cobertura de hojarasca.

Discusión

Los datos obtenidos muestran que *D. pumilio* no es abundante en hábitats primarios, y que es beneficiada cuando hay transformación de bosque primario a bosque secundario o a otros usos del suelo, como plantaciones experimentales, que son estructuralmente más simples. La cobertura de hojarasca es un factor que ayuda a explicar la abundancia de esta ranita, ya que en otras especies se ha registrado que un mayor volumen de hojarasca se pueden encontrar más anuros. Observaciones personales, sugieren que además del factor de hojarasca, la presencia de árboles debe ser un factor a tomar en cuenta, porque en las plantaciones de cedro, a pesar que es un sistema simplificado tiene dos estratos de dosel y sotobosque que amortiguan las condiciones microclimáticas y que son importantes para los anfibios en general.

Finalmente, es recomendable realizar más muestreos sistemáticos para entender que factores determinan el éxito de colonizar diferentes hábitats totalmente diferentes al hábitat original.

Referencias

- Crump, M. L. 1983. *Dendrobates granuliferus* y *Dendrobates pumilio* (ranita roja, rana venenosa, poison dart frogs). Págs. 401-402. In D. Janzen (ed). Historia Natural de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
- Donnelly, M. A. 1994. Amphibian diversity and natural history. Págs. 199-209. In L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide, y G. S. Hershorn (eds). La Selva. Ecology and natural history of a neotropical rain forest. The university of Chicago Press. Estados Unidos de America.
- Fauth, J. E., B. I. Crother, y J. B. Slowinski. 1989. Elevation patterns of species richness, and abundance of the Costa Rica leaf-litter herpetofauna. Biotropica 21: 178-185.
- Guyer, C. 1990. The herpetofauna of La Selva, Costa Rica. Págs. 371-385. In A. Gentry (ed). Four neotropical rainforest. Yale University Press. Estados Unidos de America.

- Lieberman, S. S. 1986. Ecology of the litter herpetofauna of a Neotropical rainforest: La Selva, Costa Rica. *Acta Zoologica Mexicana* 15: 1-72.
- Robakiewick, P. E. 1992. Behavioral and physiological correlates of territoriality in a dart-poison frog *Dendrobates pumilio* Schmidt. Tesis de Doctorado. The University of Connecticut.
- Slowinski, J. B. y B. I. Crother. 1987. Diel differences in leaf-litter abundances of several species of reptiles and amphibians in an abandoned cacao grove in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 35: 349-350.

DEFENSA DE TERRITORIO POR EL LAGARTIJO DE BOSQUE, *NOROPS HUMILIS*, EL TAMAÑO NO IMPORTA

Carlos César Martínez Rivera

Resumen. Los lagartijos de la familia Polychrotidae (lagartijos arborícolas) se caracterizan por ser territoriales. Muchas especies hacen despliegues visuales para defender su territorio de cualquier animal que se acerque, aún si son depredadores. Muchas veces estos despliegues acaban en peleas con otros machos que atraen depredadores y por esta razón se considera un comportamiento de alto costo para los machos. Estudié el comportamiento de despliegue en una población del lagartijo de bosque, *N. humilis* y encontré que los machos despliegan más si son dueños de un territorio independientemente de la diferencia en tamaño entre los individuos. El comportamiento general de los residentes parece ser una reacción a la alta densidad de machos presentes en el área.

Palabras Clave: Defensa de territorio, despliegues visuales, interacciones entre machos, riesgo de depredación.

Introducción

El despliegue territorial de los machos de *N. humilis* se compone de combinaciones de extensiones de los pliegues gulares (gaita o papada; roja con borde amarillo), levantadas del torso (llamadas lagartijas) y movimientos ondulares de la cola (Fitch 1973). Estos despliegues son bastante conspicuos para cualquier organismo visual, ya que las gaitas tienen colores brillantes, que contrastan con el fondo del bosque. Algunos encuentros entre machos escalan en agresividad, acabando en corridas, o peleas entre ellos. Estos despliegues territoriales avisan a otros animales de su presencia, en especial a depredadores, corriendo el lagartijo un alto riesgo de depredación.

Varias teorías, que no son necesariamente excluyentes, intentan explicar porque hay despliegues visuales tan conspicuos en un medio ambiente monocromático (el rojo o amarillo de la gaita de un macho, sobre el fondo verde oscuro del sotobosque) y sugieren que estos despliegues son independientes de las cualidades morfológicas de los individuos que están desplegando. Una de estas, la Explotación Sensorial, se basa en el hecho de que los lagartos insectívoros, se orientan visualmente para alimentarse, y utilizan como canal de transmisión, un sistema sensorial que ya esta bien definido por la biología del organismo para facilitar la percepción de las señales. Otra es la Teoría del Impedimento, donde un macho demuestra su calidad génica mediante despliegues temerarios o costosos. Por último, la teoría del hijo atractivo/hija selectiva, predice que la atractividad del macho es heredable a su progenie masculina y que a su vez la alta selectividad de la hembra también es heredable a sus hijas, lo que crea una selección hacia despliegues cada vez mas y mas exagerados junto a hembras cada vez más y más exigentes (selección "runaway", Fisher 1958).

Otra teoría que explicaría la tenacidad de los machos a la hora de defender el territorio, puede ser lo limitado que sea este recurso. En casos de altas densidades de machos las interacciones se vuelven mas intensas a la hora de competir por un recurso ya sea un territorio de despliegue o un territorio con recurso para la hembra (Guyer 1988a). Esto se debe a lo difícil de adquirir y mantener la tenencia de un territorio.

Utilicé el lagartijo de bosque *N. humilis* para explicar el por que estos lagartijos son tan insistentes en sus despliegues y para investigar si estos despliegues se basan

en la capacidad de los machos de evaluar la condición física y la calidad del despliegue de su competidor. También investigué el patrón de despliegue y la abundancia de machos de *Norops humilis*, para determinar bajo que condiciones y a que individuos un macho residente les dirige más despliegues territoriales, intentando apoyar mis predicciones de que los lagartijos siguen uno o varios de los modelos de Explotación sensorial, Teoría del impedimento y Teoría del hijo sexy /hija selectiva.

Materiales y Métodos

Norops humilis es un lagartijo diurno de tamaño mediano (3.2 cm, longitud de punta de hocico a cloaca = LHC), muy territorial (Fitch 1973). Se alimenta de artrópodos y se basa en su agudeza visual para cazar. Realicé la investigación en la parcela 4 del proyecto Huertos de la Estación Biológica de La Selva. Esta es una plantación de *Cedrela odorata* y *Euterpe oleracea* de 40 m x 40 m localizada en el del Sendero Tres Ríos. Localicé individuos de *N. humilis* en de la parcela y tomé medidas de LHC, masa, sexo, área de gaita, posición de percha y distancia a otros vecinos, para evaluar la densidad de machos en la parcela. Marqué el dorso de los lagartijos con una combinación de tres colores, para identificar la localidad, el individuo y la categoría a la que pertenecía cada individuo. Al día siguiente coloqué algunos de estos lagartijos machos marcados dentro del territorio de otros machos y observé el comportamiento de estos. Llevé a cabo 11 enfrentamientos, donde le presenté un macho intruso a cada macho dentro de sus territorio. Coloqué al intruso a 10 cm del macho residente (teniente del territorio). Grabé los tratamientos en una cámara digital Sony , para poder analizar el comportamiento de ambos individuos. Hice correlaciones de Spearman para identificar si había relación entre el tamaño de los individuos y el comportamiento del macho residente.

Resultados:

Localicé 25 individuos de *N. humilis*, 18 machos y 7 hembras (razón de sexo = 3:1). En 10 de estas ocasiones el macho residente desplazó al intruso, luego de hacerle una serie de despliegues territoriales, independiente de la diferencia en tamaño de la gaita del intruso y del residente (prueba de $t = 1.33$, $p = 0.21$, Fig. 1). En ninguno de estos casos hubo comportamiento agresivo por parte del intruso. En el único caso en que el intruso logró desplazar al residente, ambos se hicieron despliegues territoriales, y el residente huyó de la interacción.

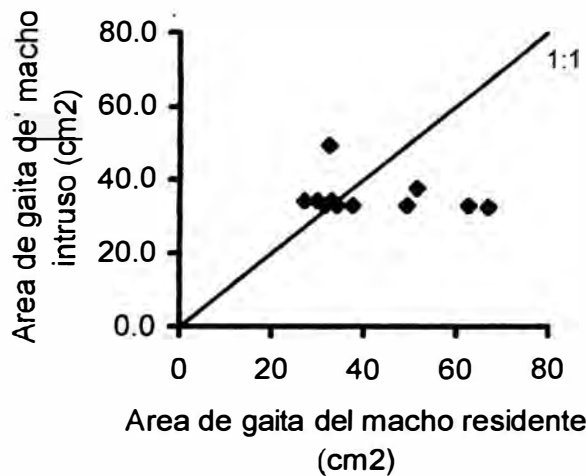


Fig. 1. Diferencia entre el área de la gaita del dueño y la gaita del intruso.

Al comparar el tamaño (masa/ LHC) del macho residente con el del intruso, no hubo relación entre la diferencia de tamaño y el tiempo que le tomo al residente comenzar el despliegue ($r = 0.326$, $p = 0.33$, Fig. 2). O sea, que el tamaño del oponente no afectó la intensidad de los despliegues del macho residente. No encontré correlación entre el tiempo en que duró el residente desplegando antes de atacar al intruso y la diferencia de tamaño entre estos ($r = -0.24$, $p = 0.47$). Tampoco hubo diferencias entre el tamaño de la gaita del dueño de territorio y el tiempo en que tardó en atacar ($r = -0.31$, $p = 0.354$).

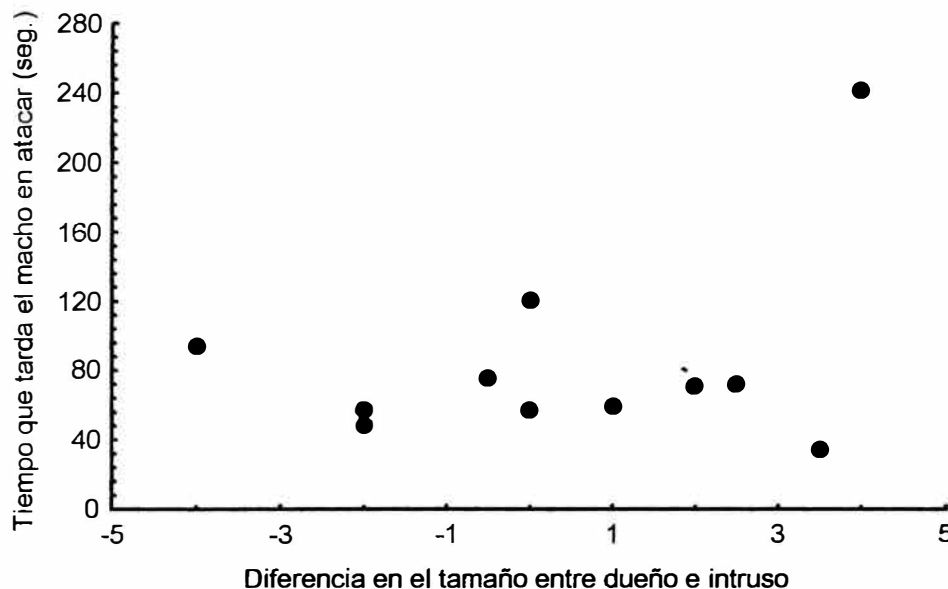


Fig. 2. El tiempo que tarda el macho en atacar a su contrincante en función de la diferencia de tamaño entre los individuos.

Discusión

Encontré un patrón que indica que el macho residente tiene una mayor probabilidad de comenzar a desplegar, por lo que tiene también una mayor probabilidad de ganar un combate. No hubo nada que indicara que el macho residente utiliza las señales de despliegue o indicadores morfológicos, para evaluar a su contrincante, ni que demostrara que el contrincante hace lo mismo para evaluar al residente. Mas bien, parece que el dueño siempre defiende su territorio, sin importar el tamaño de su contrincante. Asumiendo esto, descarto que los machos hacen algún tipo de evaluación de caracteres morfológicos para evitar involucrarse en un combate desventajoso. Esto podría explicarse si el costo de perder el territorio es mas alto que el costo de pelear por el, por lo que el combate sería la única opción. Este caso se puede dar si existiera alguna limitación de recurso. La razón de machos a hembras en este estudio está sesgado hacia los machos, lo cual se ha visto en estudios pasados para esta misma población (machos 2:1 en Guyer 1988a). Guyer (1988b) sugiere que la alimentación es el principal factor limitante en cuanto a la abundancia de *N. humilis* en esta población. El encontré que al aumentar la abundancia de alimento, el comportamiento de todos los individuos de la población cambió y las divisiones entre territorio disminuyeron, y los machos eran menos agresivos, traspasando sus territorios en mayor frecuencia que el control. Otros trabajos indican que los machos de *N. humilis* cambian de percha con frecuencia, pero nunca ocupan perchas utilizadas por otros machos (J. Steffen, datos sin publicar), lo que sugiere que el territorio no es el limitante, sino algún recurso obtenido dentro de este.

Los datos no permiten acomodar el comportamiento de *N. humilis* a las predicciones de que el comportamiento de los machos se podría explicar por alguna de las teorías de selección sexual presentadas. Si bien es cierto que los lagartijos no aparentan prestarle atención a la calidad relativa de su contrincante, no encontramos nada que nos diga que los despliegues se deban a alguno de estos modelos de selección sexual (Teoría del impedimento, Teoría del hijo sexy /hija selectiva, y Explotación sensorial), sino que mas bien aparenta ser un factor de una limitación de recursos alimenticios.

Referencias

- Campbell, J.A., D.R. Formanowicz, y P.B. Medley. 1988. The Reproductive cycle of *Norops uniformis* (Sauria: Iguanidae) in Veracruz, México. 21:237-243.
- Fitch, H.S. 1973. Population structure and survivorship on some Costa Rican lizards. Occas.. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas: 18: 1-41.
- Fisher, R.A. 1958. The genetical theory of natural selection, 2^{nda} ed. rev. Nueva York: Dover (1,4,11)
- Guyer, C. 1988a. Food supplementation in a tropical mainland anole, *Norops humilis*: demographic effects. Ecology 69:350-361.
- Guyer, C. 1988b. Food supplementation in a tropical mainland anole, *Norops humilis*: effects on individuals. Ecology 69:365-369.

¿DONDE ESTAN LOS CHANCHOS? USO DE HABITAT DEL SAINO (*Tayassu tajacu*)

Xyomara Carretero Pinzón

Resumen. Estudie el uso del hábitat por parte de los saínos o cerdos de monte (*Tayassu tajacu*) en la Estación Biológica La Selva, durante dos días de la época seca (7 y 8 de febrero). Usando cuatro métodos (huellas, observación directa, rastros y olor) para determinar dicho uso y esperando encontrarlos con mayor frecuencia y en mayor número en el bosque secundario respecto al primario, debido a que en la época seca las fuentes de agua dentro del bosque se reducen, al igual que el alimento, aunque para la Selva esto no es muy marcado. Considerando la información proporcionada por los cuatro métodos de muestreo, los saínos usan con mayor frecuencia el bosque secundario respecto al primario. Además se encuentran en grupos de mayor tamaño en estos bosque debido, posiblemente, a su mayor disponibilidad de recursos. Se recomienda el uso combinado de los cuatro métodos para una mejor evaluación de la actividad de estos animales en los distintos bosques.

Palabras Clave: *Tayassu tajacu*, recursos, uso de hábitat, métodos de muestreo.

Introducción

Los saínos o cerdos de monte (*Tayassu tajacu*, Flia: Tayassuidae) son mamíferos diurnos, terrestres, que se desplazan en grupos de 1 a 20 individuos, aunque los machos pueden encontrarse solitarios. Son animales omnívoros que se alimentan de semillas de palmas, frutos caídos, raíces suculentas, tubérculos, pequeños vertebrados e invertebrados. Están distribuidos desde el suroccidente de Estados Unidos hasta el norte de Argentina, en elevaciones de hasta 2000 m. Habitan desde bosques maduros hasta matorrales y desiertos (Reid 1997; SOWLS 1991). Debido a que son animales comunes, que viven en grupos relativamente grandes son organismos que por su actividad pueden influir en la estructura de los bosques, especialmente a nivel del sotobosque donde causan un gran impacto al pasar y alimentarse.

En la Estación Biológica La Selva son mamíferos comunes aunque poco estudiados. Estudié el uso del hábitat por parte de esta especie en bosque primario y secundario, al inicio de la estación seca o de menos lluvia. Debido a que en la época seca las fuentes de agua y alimento dentro del bosque se reducen, aunque para La Selva esto no es muy marcado (Newstrom *et al.* 1994, Sanford *et al.* 1994), esperaba que su abundancia fuera mayor en el bosque secundario respecto al primario. Además, esperaba encontrar grupos más grandes en el bosque secundario, debido a una mayor cercanía con el agua y posiblemente a una mayor cantidad de alimento disponible, debido a una mayor presencia de Heliconias y aráceas como *Diftenbachia* sp., de las cuales se ha observado que se alimentan (G. Barrantes *com. pers.*).

Métodos

Realicé dos recorridos a lo largo de varios de los senderos presentes en la Estación Biológica La Selva que incluían bosque primario y secundario, que incluía áreas en diferentes estados sucesionales. Los senderos utilizados, el primer día (7 de febrero), fueron el camino experimental sur (CES), lindero occidental (LOC), sendero jaguar (SJ) y el sendero tres ríos (STR), recorriendo en mayor proporción bosque secundario. El segundo día (8 de febrero), recorrí el sendero oriental (SOR), sendero

Holdrige (SHO), sendero suampo (SUA), sendero Hartshorn (SHA), sendero sureste (SSO), camino central (CC) y camino circular central (CCC), recorriendo en mayor proporción bosque primario. Hice un mayor esfuerzo en recorrer senderos con bosque secundario (7000 mts) respecto al primario (6500 mts). Recolecté datos mediante cuatro métodos: huellas, observaciones directas, rastros y olor. Para huellas hice 17 parcelas de 0.5 x 1 m en todas las zonas donde estaban presentes: midiendo cada huella (largo y ancho), la distancia entre cada una y la dirección que tenían. Observaciones directas: cuando observaba saínos registre si eran adultos o juveniles y cuantos individuos que observaba en el grupo y la actividad que estaban realizando. Rastro: cuando observaba rastro de consumo alimenticio o zonas de tierra suelta donde los saínos acostumbran revolcarse generalmente asociados con huellas. Olor: se registraba el sitio donde se percibía el olor característico de estos animales. Para todos los métodos registre la ubicación según el sistema de trochas de La Selva para después ubicarlos en un mapa con la cobertura de bosques. El método de las huellas permite determinar el número de individuos que han transitado por la zona. Esto mediante la medición de la distancia entre las huellas (que para saínos es de 38 cm); la medida individual de cada huella respecto a las otras (asumiendo que huellas del mismo tamaño pertenecen al mismo individuo) y la dirección de las huellas a lo largo de una línea recta o sendero (Villalba & Yanoski 2000).

Resultados

De un total de 57 puntos de registro, incluyendo las observaciones de los cuatro métodos de muestreo, encontré 33 registros o puntos donde se encontraron señales de la actividad de los saínos, en bosque secundario y 24 en bosque primario. Observando que hay una tendencia a encontrarlos con mayor frecuencia en el bosque secundario (Cuadro 1 y Anexo 1).

Los saínos se encontraron, es decir se observaron huellas y observaciones directas, con mayor frecuencia realizando actividades en el bosque secundario respecto al primario ($t = 0.95$, $P = 0.35$, $gl = 18$). Observándose indicios de un mayor número de individuos, aunque solo puede ser totalmente verificado con las observaciones directas. Usando para este análisis solo con los datos obtenidos con el método de las huellas y las observaciones directas.

Cuadro 1. Métodos de observación utilizados para los puntos de registro, o sitios donde se encontró señales de la actividad o presencia de los saínos, y número de individuos, observados y deducidos a partir de los datos de huellas, para bosque primario y secundario.

Método de muestreo	# registros/B. primario	# registros/ B. secundario	# individuos/ B. primario	# individuos/ B. secundario
Huellas	8	9	21	43
Observación Directa	2	4	2	15
Rastros	7	8	0	0
Olor	7	12	0	0
Total	24	33	23	58

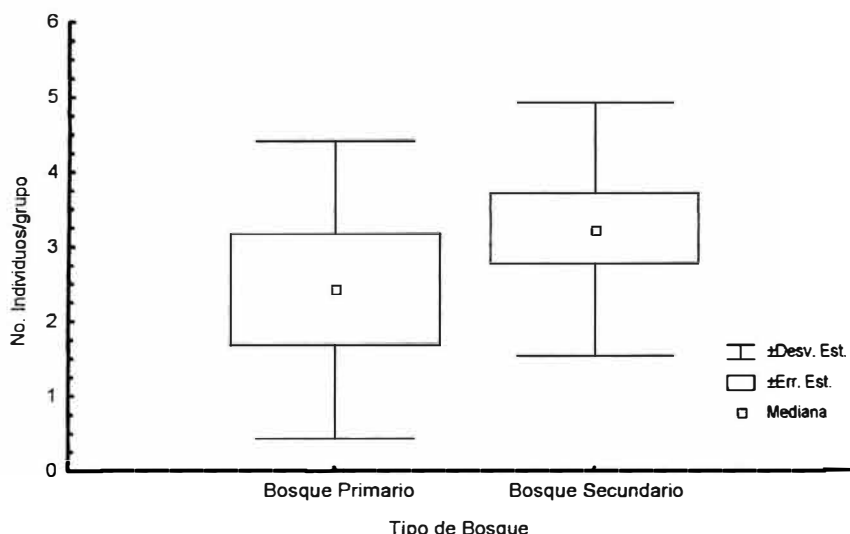


Fig. 1 Número de individuos encontrados en bosque primario y secundario de saíno (*Tayassu tajacu*)

Discusión

Un mayor uso de los bosques secundarios observado en este estudio se puede deber a dos cosas: al mayor esfuerzo empleado para los muestreos del bosque secundario o a que realmente exista una mayor disponibilidad de recursos, como alimento y agua, en bosque secundario. Esto no se puede probar porque no fue medido. Pero, la diferencia en el esfuerzo de muestreo puede influir posiblemente en el número de individuos por grupo que se observe durante el estudio, que es mayor en el bosque secundario respecto al primario, ya que se observó un grupo en el bosque secundario con 10 individuos (el de mayor tamaño observado en este estudio).

En el caso de este tipo de estudios es adecuado el uso de distintos métodos de muestreo con el fin de darle solidez a los datos obtenidos. Los métodos empleados en este estudio proporcionan diferentes tipos de información. Los métodos de huellas y observaciones directas son adecuados para determinar el número de individuos presentes en determinada área (densidad), el método de rastro es adecuado para determinar el tipo de actividad (alimentación, sitios de dormitorio, revolcaderos y excretas), que los animales están realizando en dicha área y el método del olor solo permite determinar la presencia o ausencia de los animales en el área de estudio. Recomiendo que cuando se utilice el método de observación directa, al encontrar un individuo de saíno se observe por un periodo mínimo de 5 minutos con el fin de determinar con mayor precisión el número de individuos presentes en el sitio, ya que estos animales generalmente se mueven en fila por el sendero y el primer individuo que se observa puede huir fácilmente espantando al resto e impidiendo una aproximación real al número de individuos del grupo observado, y subestimando las observaciones directas de estos animales.

Referencias

Newstrom L. E., Frankie G.W., Baker H.G. & Colwell R.K. 1994. Pp 142-160. Diversity of long term flowering patterns. En: La Selva: ecology and natural history of a

- neotropical rain forest. McDade L.A., Bawa K.S., Hespenheide H.A. y Hartshorn G.S. The University of Chicago Press. Chicago.
- Reid F.A. 1997. A field guide to the mammals of central america and southeast mexico. Oxford University Press.
- Sanford, R.L.; Paaby P; Luvall J.C. & Phillips E. Pp 18-33. En: La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest. McDade L.A., Bawa K.S., Hespenheide H.A. y Hartshorn G.S. The University of Chicago Press. Chicago.
- Sowls L.K. 1991. *Tayassu tajacu* (Saíno, collared peccary) Pp 510-511. En: Historia Natural de Costa Rica. Ed.: Janzen D.H. Univeridad de Costa Rica
- Villalba R. & Yanosky A. 2000. Guía de huellas y señales: Fauna Paraguaya. USAID. Paraguay.

Anexo 1. Mapa con la ubicación de los puntos donde se encontraron señales de presencia de Saíno (*Tayassu tajacu*).



RELACIÓN DE LA MORFOMETRÍA DE AVES CON GREMIOS ALIMENTICIOS

Gabriel Colorado

Resumen. Evalué el poder descriptivo de variables morfométricas de aves sobre los gremios tróficos comportamentales. Asocié tres grupos de especies a partir de la separación entre ellos por su morfometría, por medio de un análisis de componentes principales. Los tres grupos se asociaron con tres gremios tróficos generales: frugívoros, insectívoros y nectarívoros, siendo este último el que presentó el patrón más claro de asociación. Para algunas pocas especies no se presentó un patrón claro de separación. Encontré alta correlación entre algunas variables de morfología que registré, lo que hace suponer que algunas medidas son redundantes entre sí, posibilitando así la elección de un menor número de variables a cuantificar.

Palabras Clave: morfometría de aves, gremios tróficos.

Introducción

Las adaptaciones para la alimentación son una característica importante en la evolución de las aves (Howe 1984). Estas adaptaciones incluyen modos de locomoción que las aves usan mientras se alimentan, la estructura del pico y el sistema digestivo (Gill 1990). De estas, el pico de las aves es la adaptación clave para alimentarse, por lo que el tamaño, la forma y la fortaleza de él afecta su dieta (Gill 1990). Más aún, ligeras variaciones en las dimensiones del pico pueden influenciar la tasa de ingestión de alimento. Sin embargo, los picos de las aves, al igual que otras estructuras importantes para el forrajeo, como el tipo y la longitud de las patas, son órganos que pueden ser empleados en diferentes tipos de hábitats y explotar diferentes recursos (Gill 1990).

El forrajeo en las aves está determinado no solo por su anatomía y morfología, sino también por la variación en la disponibilidad de alimento. En general, las aves prefieren alimentos familiares o conocidos. La preferencia por ciertos grupos de alimento disminuye el riesgo de consumir alimentos desconocidos y posiblemente venenosos y, a su vez, hace más factible que encuentren ese tipo de alimento por medio de mecanismos de fijación de imágenes (Gill 1990).

El éxito en el forrajeo afecta el espacio en el cual un ave se va a localizar en los diferentes niveles del bosque por lo que, combinado con sus características morfométricas, los métodos de búsqueda y la experiencia, la elección de ciertos sitios de forrajeo puede conducir al uso repetitivo de estos lugares entre especies, géneros o familias (Gill 1990, Ricklefs 1990). Por lo anterior, las especies pueden estar agrupadas dentro de pequeñas unidades ecológicas llamadas gremios (Root 1967).

Los gremios se pueden definir como grupos de especies o animales que demandan niveles similares de algún recurso –agua, luz- o que realizan funciones ecológicas similares –frugívoros, insectívoros- (Guariguata y Kattan 2002).

En este proyecto evalúe la relación existente entre las características morfológicas de las aves y el tipo de recurso alimenticio que explotan para determinar su existe asociación entre la morfometría y los gremios alimenticios de las aves.

Métodos

Esta investigación la realicé en la Estación Biológica La Selva los días 7 y 8 de febrero de 2003, en el área de parcelas sucesionales de 1 a 5 años de edad. Empleé 8

redes de niebla para atrapar aves, ubicadas en los senderos que separan las parcelas de sucesión entre si.

A cada ave que atrapé le medí el culmen expuesto, distancia de las narinas a la punta del pico, longitud total del pico desde la base del cráneo, alto y ancho del pico a la altura de las narinas, amplitud de la comisura, longitud del tarso, máxima amplitud de dedos, ancho en la base del hálux, longitud del ala y cola, longitud total, y peso.

Sólo consideré individuos adultos, y para aquellas especies que tuvieran más de un individuo, promedí el total de estos por especie.

Analicé la información que registré por medio de un análisis de componentes principales (ACP), empleando el programa estadístico STATISTICA versión 5.1. Para esto, estandarizé las variables por medio de logaritmo natural y realicé la ordenación basado en la matriz de covarianza.

Resultados

Atrapé un total de 44 individuos, representados por 26 especies. Los grupos más numerosos representados en la muestra fueron aves frugívoras e insectívoras. Obtuve medidas de longitud total que van desde 9 cm (*Euphonia gouldi*) hasta 33 cm (*Electron platyrrhynchum*).

Los tres primeros componentes principales o factores explicaron un 91 % de la variación de los datos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores propios para los primeros cuatro componentes principales y sus porcentajes de variación explicada.

CP	Valor propio	Porcentaje de varianza explicada	Porcentaje de variación explicada acumulada
1	7.077	58.978	58.978
2	3.295	27.463	86.44
3	0.56	4.67	91.11

Cuadro 2. Peso de los tres primeros factores extraídos para las variables morfométricas.

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3
ALA	0.898	0.119	-0.181
COLA	0.885	0.230	0.000
TARSO	0.547	-0.764	-0.244
LONGITUD TOTAL	0.956	0.132	-0.073
CULMEN EXPUESTO	0.527	0.764	-0.088
LONGITUD DEL PICO	0.571	0.785	-0.134
PICO DESDE NARINAS	0.450	0.872	-0.068
ANCHO DEL PICO	0.868	-0.110	0.458
ALTO DEL PICO	0.884	-0.313	0.190
ANCHO EN COMISURA	0.896	-0.126	0.296
MÁXIMA APERTURA DE DEDOS	0.741	-0.571	-0.290
ANCHO EN BASE DEL HALLUX	0.762	-0.464	-0.125
Variación explicada	7.077	3.296	0.561
Proporción total	0.590	0.275	0.047

Con base en los coeficientes correspondientes al primer factor, las variables que tienen mayor peso son aquellas medidas del pico y del tamaño del ave (Cuadro 2).

La combinación de los dos primeros factores permite explicar la relación entre las variables del tamaño del ave. Las variables que presentan más relación entre sí, se pueden asociar en tres grupos: variables de morfología del pico –narinas, culmen y pico total-, medidas del tamaño corporal – cola, ala y longitud total-, y las mediciones hechas sobre las patas del ave – máxima apertura de los dedos y ancho en la base del hálux-. La medida del tarso se separa de las demás variables.

La comparación entre el segundo y tercer factor permite inferir patrones de proporcionalidad entre las variables morfométricas obtenidas. En este caso, se presenta la tendencia a que las aves tengan patas pequeñas asociadas con picos largos -factor 2- y anchos -factor 3. Las demás medidas del tamaño del ave como la longitud total, la cola y el ala, presentan un alto valor explicativo de la variación total de la estructura de los datos en el factor uno, pero para los factores dos y tres sus pesos son muy bajos, por lo que la importancia de estas variables al momento de realizar el análisis de las relaciones alométricas entre estos dos factores es muy poca.

Las agrupaciones conformadas a partir de las relaciones de proporcionalidad generadas por comparación entre los factores dos y tres del ACP, permiten asociar de una forma general algunos grupos funcionales entre las especies de aves que estudié (Fig 1). En sentido vertical sobre el factor tres, se puede observar que hay una agrupación de especies frugívoras e insectívoras, existiendo una tendencia desde la parte superior, de más especies frugívoras, hacia abajo, con más especies insectívoras. Se presenta una separación evidente hacia la derecha del gráfico con el grupo conformado por tres especies de colibríes, el cual se puede denominar como de especies nectarívoras (grupo 2).

En la parte superior denominé al grupo uno como un grupo mixto entre los gremios de frugivoría e insectivoría, con predominio de especies más consumidoras de frutos (*Manacus candei*, *Ramphocelus passerinii*, *Euphonia gouldi*). Se presentan dos especies completamente insectívoras, el trepatroncos *Glyphorhynchus spirurus* y el soterrey *Henicorhina leucosticta*. Igualmente, en este grupo se encuentran algunas especies que se asocian con el consumo de insectos en una proporción de su dieta. Dos de estas son el zorzal *Catharus mexicanus* asociado a forrajeo de insectos cerca del suelo y al consumo de frutos (*Psychotria* spp., *Cephaelis* spp.), y el atrapamoscas *Mionectes oleagineus* que se alimenta de bayas, semillas ariladas e insectos pequeños (Stiles y Skutch 1995).

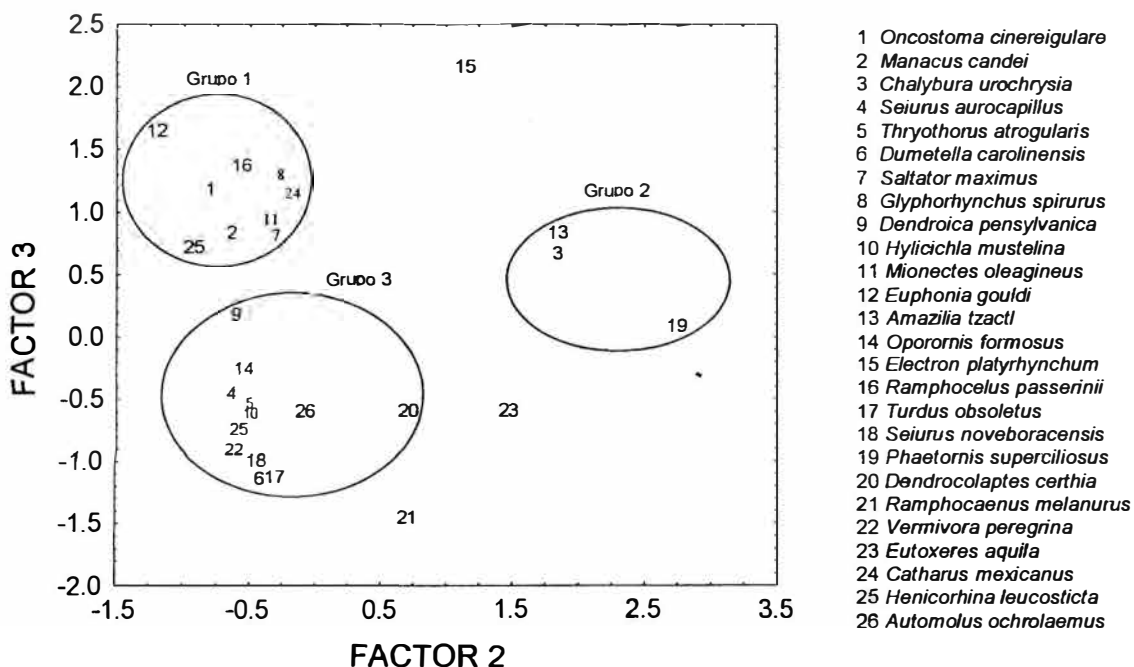
El tercer grupo presenta en su mayoría especies insectívoras, como las reinitas (Familia Parulidae), soterreyes (Familia Troglodytidae) y trepatroncos (*Dendrocolaptes certhia*). Algunas de las especies restantes comparten dietas más variadas, como *Dumetella carolinensis* que además de frutos y semillas ariladas se alimenta de insectos, y el zorzal de bosque *Hylochicla mustelina* que se alimenta de insectos entre la hojarasca y algunos frutos (Skutch y Stiles 1995).

Las dos especies de trepatroncos (Familia Dendrocolaptidae) fueron separadas morfológicamente (8 y 20), a pesar de su emparentamiento. Esto puede evidenciar la explotación diferencial de su gremio, insectívoros, en el que *Glyphorhynchus spirurus* es una especie que forrajea casi exclusiva sobre troncos, mientras que *Dendrocolaptes certhia* no solo se alimenta sobre troncos, sino que persigue grupos de hormigas guerreras que espantan insectos, forrajeando a veces sobre el suelo.

Algunas especies no las incluí en ninguno de estos tres grupos por su lejanía con respecto a ellos, como el colibrí pico de hoz (*Eutoxeres aquila*) y el momoto (*Electron platyrhynchum*).

Discusión

Las especies de aves que capturé no se diferencian claramente por algunas pocas variables morfométricas dado que todas estas aportaron significativamente a la explicación del primer factor representativo del tamaño. Sin embargo, las proporciones que se generaron a partir de la combinación de los factores 2 y 3, me permitieron separar algunos grupos funcionales por sus relaciones de alometría por lo que, morfológicamente, las especies se pueden diferenciar probablemente más por su forma que por su tamaño. Las variables que mejor explicaron las asociaciones entre morfometría y hábitos de forrajeo fueron las relacionadas con la morfología del pico y de las patas del ave, mientras que otras variables de tamaño, como la longitud total, aportaron muy poco. La morfología del pico permitió separar el grupo de nectarívoros (todos colibríes), mientras que los dos grupos adicionales correspondieron a grupos con patrones de afinidad, más no a separaciones estrictas entre gremios. En el grupo 1, encontré en general especies de picos gruesos y altos, por lo que la tendencia de este grupo pudo ser efectivamente de una mayor capacidad física de explotar recursos como frutos. El tercer grupo, son especies en general de patas largas y picos más largos que gruesos, con aperturas de dedos mayores, lo cual puede favorecer el consumo de insectos ya sea por búsqueda en el follaje (favorecido por picos mas delgados como en *Dendroica cerulea*), entre el sotobosque, como en sotorreyes, o en la hojarasca, como en los zorzales. En la Estación Biológica la Selva se han realizado varios estudios que relacionan características morfológicas de las especies para determinar cómo y en que extensión la morfología restringe los modos de forrajeo y la elección de alimento (Levey y Stiles 1994). Varios de estos trabajos han reportado este mismo patrón de una mayor explicación por parte del tamaño y la morfología del pico en la elección del tipo de alimento a explotar, como los picos largos para extraer néctar de flores en colibríes y los picos gruesos y altos para el consumo de frutos y semillas (Levey y Stiles 1994).



Los gremios representan asociaciones que pretenden agrupar especies bajo ciertos patrones de alimentación con el objeto de posibilitar la realización de inferencias ecológicas sobre el uso general del hábitat. Por tanto, el concepto de gremio se debe entender con precaución, siendo un término para generalizar y caracterizar tendencias de alimentación. Teniendo en cuenta que muy pocas especies de aves se puede incluir exclusivamente dentro de un gremio particular por su dieta (i.e. *Steatornis caripensis* que se alimenta aparentemente sólo de frutos), la gran mayoría de las especies eventualmente comparten otros gremios durante todo su ciclo de vida o parte de él.

A partir de la información morfométrica que registré, pude separar algunos grupos funcionales con tendencias ciertos tipos de picos y patas aptas para explotar cierto grupo de alimento, como frutos, insectos ó néctar, siendo más evidente la separación para el último tipo de recurso aprovechado por colibríes.

Referencias

- Gill F.B. 1990. Ornithology. W.H. Freeman and Company. USA.
- Guariguata M.R. y G. H. Kattan. 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Ediciones LUR. Costa Rica.
- Howe H.F. 1984. Constraints on the evolution of mutualisms. American Naturalist 123: 764-777.
- Levey D.J. y F. G. Stiles. 1994. Birds: Ecology, behavior and taxonomic affinities. Pp:217-228. En: McDade L.A., K.S. Bawa, Hespenheide H.A. y G.S. Hartshorn (eds.). La Selva: Ecology and natural history of a neotropical rain forest. The University of Chicago Press. USA.
- Ricklefs R.E. 1990. Ecology. W.H. Freeman and Company. USA.
- Root R.B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. Ecological monographs 37: 317-350.

NOTA CORTA

MAS VALE MALO CONOCIDO QUE BUENO POR CONOCER. INTERACCIÓN DROSOFILIDOS Y *Oudemansiella canarii* (Jungh.)Höhn (TRICHOLOMATACEAE)

David Suárez

Palabras Clave: drosofilidos, preferencia, hongos, *Oudemansiella canarii*

En los cuerpos fructíferos de macromicetos se ha encontrado una rica fauna de insectos entre los que destacan por su diversidad y abundancia los órdenes Diptera y Coleoptera (Navarete-Heredia & Galindo 1997). Dentro de los dipteros se conoce que las moscas de la familia Drosophilidae consumen hongos (Zumalo 1999). Los Drosofilidos son moscas pequeñas, (1-6 mm) de color marrón en torác y abdomen, ojos rojos. Es comun encontrarles en frutas y vegetación en descomposición; las larvas se desarrollan en frutas y hongos en descomposición (Borrow & White 1970).

Entre los macrohongos, los Agaricales es el grupo que más interacción tiene con Dipteros. Una especie representate de este grupo y que se encuentra a lo largo de Costa Rica es *Oudemansiella canarii* (Jungh.) Höhn. Es una especie de hábito solitario o gregario, con el píleo convexo a plano-convexo pardo a blanco grisáceo con escamas pardo oscuros. Tiene láminas blancas y talo blanco, con una esporada blanca y se desarrolla sobre troncos o ramas en descomposición (Mata 1999). Este hongo esta presente en la Estación Biológica la Selva en el bosque secundario, donde la mayoría de cuerpos fructíferos generalmente están rodeados con una nube de drosofilidos en vuelo.

El presente proyecto determinó si la presencia de drosofilidos cerca *O. canarii* prefieren este hongo o por el contrario son especies capaces de usar diferentes especies de hongos.

El proyecto lo desarrollé en la estación biológica la Selva dentro de un bosque intervenido húmedo tropical, a lo lardo del sendero tres ríos. En este sendero escogí 4 troncos sobre los que había *O. canarii* con nubes de drosofilidos volando. Para evaluar la preferencia de las moscas por este hongo, ofrecí a las moscas otras dos especies de hongos que crece sobre troncos y como *Pleurotus* (Lentinaceae) que es blanco con laminas y *Polyporus tenuiculus* (Beauv.) Fries que es blanco con poros (Polyporaceae).

En cuatro troncos donde estaba *O. canarii*, aleje a las mosca y cubrí los cuerpos fructíferos con papel aluminio y el cual selle al tronco con cinta adhesiva para evitar la entrada de las moscas. Coloque los basidiomas de las tres especies de hongos en cajas plásticas sujetadas con un alfiler al tronco, la misma altura en donde se encontraba el basidioma tapado, para tener la seguridad de ofrecerlos a las mismas moscas. Repetí la metodología con un tronco de *Pleurotus* y uno de *P. tenuiculus*. En los seis lugares de muestreo realice cinco observaciones a lo largo del día. Para cada una calculé una tasa de vista mediante la fórmula.

$$\text{Tasa de visita} = (\# \text{ indiv. al iniciar el muestreo} + \# \text{ indiv. que llegaban en } 5' + \# \text{ indiv. que se encontraban al final de observación}) / 3$$

Lo drosofilidos encontrados volando al rededor de *O. canarii* prefieren los cuerpos fructíferos de la misma especie ($F = 6.33$ $p = 0.003$). Aunque algunas moscas se alimentaron de *P. tenuiculus*, y *Pleurotus* fue mucho mayor la preferencia por

Oudomasiella canarii (Figura 1). En los troncos *P.tenuiculus* y *Pleurotus*, en las cajas de plástico con *O. canarii* nunca se posaron drosófilos.

Los drosófilos adultos volaban al rededor de cuerpo fructífero de *O. canarii* y cuando las asustaba, se alejaban de cuerpo fructífero y regresaban en pocos segundos. Las moscas que se posaban en el sombrero permanecían quietas con el abdomen arriba, y otras con el abdomen hacia abajo y pegado al hongo, por lo que presumiblemente podrían estar ovopositando, pero no pude identificar huevos. Una de las moscas defendía el sombrero del basidioma sobre el cual estaba posada.

Nunca se encontraron larvas en el sombrero. Las larvas de drosófilos estaban en las laminas del cuerpo fructífero y nunca abandonaban esta parte del hongo. En el laboratorio observe que las larvas se alimentaban en las paredes de las laminas en donde se encuentran las esporas del hongo; las laminas las utilizaban como caminos que recorrían de adentro hacia afuera.

Algunos hongos están ligados al desarrollo de los drosófilos conocidos como moscas de la piña (Zumbalo 1999). Aparentemente existe una preferencia por cuerpos fructíferos, por parte de la mosca que puede estar relacionado a la calidad del recurso.

Por otra parte la preferencia mostrada por los drosófilos sobre *Oudomasiella canarii* sugiere cierta especificidad no necesariamente ligada a la alimentación si no a la reproducción.

Durante la toma de datos encontré en las tres especies de hongos encontré otros insectos en los cuerpos fructíferos. La entomofauna fue caracterizada según su hábito alimenticio (Borrow & White 1970) y tipo de asociación Micetobionte, Micetófilo y Micetoxeno. (Anexo 1)

Entre los insectos encontrados tenemos Drosófilos y Stafilínidos, siendo los últimos mas generalistas que los Drosófilos ya que se los encontró en las tres especies de hongos. Los Stafilínidos los encontré solo en el himenio (mas de 37 individuos) tanto poroide de *P. tenuiculus* como laminar de las *Pleurotus* y *O. canarii*, produciendo en algunos cuerpos fructíferos un daño considerable a las paredes himeniales. Al contrario los stafilínidos son insectos más generalistas hacia tejido del himenio de los hongos (Aslie 2000). Por lo que encontré en las tres especies alimentándose de las paredes del himenio sin importarles la especie o morfología del hongo.

Referencias

- Aslie, J. 2000. Rove Beetles (Staphylinidae) of Monteverde. pp108-111. En: Nadkarni, N & Wheelwright, N. (Eds) Monteverde Ecology and Conservation of Tropical Cloud Forest. Oxford University Press New York.
- Borrow, D & R. White 1977. A Field Guide to Insects, America north of Mexico. Houghton Mifflin Company Boston
- Lawrence, F. 1989. Mycophagy in Coleoptera: feeding strategies and morphological adaptations pp 1-23 En: Wildinig, N.M Collins, P.M. Hammond & J.W. Weber (eds.) Insect-Fungus Interactions. Academic Press. London.
- Mata, M. 1999. Macrohongos de Costa Rica Vol 1. Instituto Nacional de Biodiversidad. San José.
- Navarete-Heredia, J & N, Galindo. 1997. Escarabajos Asociados a Basidiomycetes en San José de Laureles, Morelos, México (Coleoptera: Scarabaeidae). Folia Etomol. Mex. 99:1-16
- Zumbalo, M. 1999 Dípteros de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad. San Jose

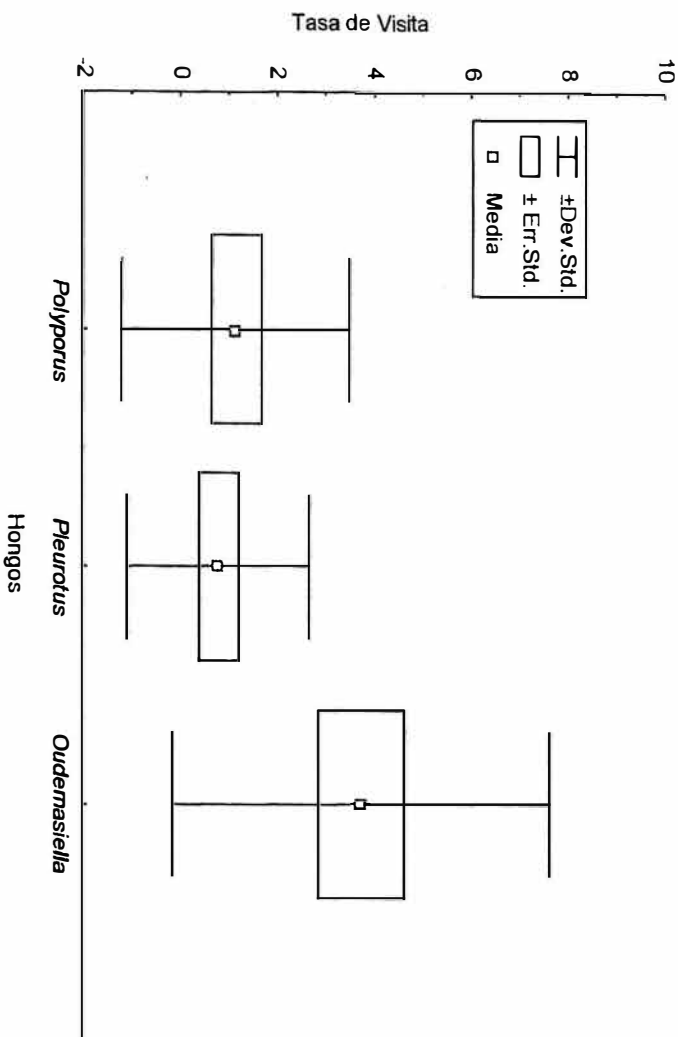


Fig 1. Preferencia de Drosofilidos de la colonia de *Oudemansiella canarii* .

Anexo 1. Categorización de Micetocolos encontrados en los cuerpos fructíferos en las tres especies de hongos en la Estación Biológica La Selva

HONGO	ORDEN	FAMILIA	ASOCIACION	OBSERVACIONES
Polyporus	Coleoptera	Erotylidae	Micetobiontes	Dos especies
Tenuiculus	Coleoptera	Leiodidae	Micetobiontes	Micetobiontes
	Coleoptera	Staphiliinidae	Micetobiontes	Dos especies
Oudemansiella	Dipetra	Drosophiliidae	Micetobiontes	Larvas y adultos
Canarii	Hymenoptera	Formicidae	Micetofilos	Hormiga
	Coleoptera	Staphiliinidae	Micetobiontes	Dos especies
			Micetoxenos	Tijeretas
Pleurotus	Coleoptera	Staphiliinidae	Micetobiontes	Dos especies
	Coleoptera	Erotylidae	Micetobiontes	Micetobiontes
	Hymenoptera	Formicidae	Micetoxenos	Micetobiontes

NOTA CORTA

ASOCIACIÓN DE *IONOPSIS UTRICOLARIOIDES* (ORCHIDACEAE) Y *RIZOCTONIASP* (MICORRIZAS) EN DIFERENTES SUSTRATOS

Elizabeth María Osorio Gil

Palabras Clave: *Ionopsis utricolarioides*, *Rizoctonia*, Micorrizas.

Entender cuáles son los factores que determinan la abundancia y distribución de las plantas, es una de las grandes interrogantes que ecólogos y fisiólogos se plantean diario (Fetcher et al 1996, Hogan 1996). Por ejemplo, las orquídeas, el grupo más grande de plantas con flores se caracterizan por crecer sobre troncos, ramas, piedras, o directamente en el suelo. El 90 % de estas plantas son epífitas y se encuentran distribuidas en amplio rango en todos los trópicos. Las orquídeas producen millones de pequeñas semillas, no tienen reserva de nutrientes y consisten principalmente en un embrión indiferenciado (Walter 1979). Sin embargo, para la mayoría de las plantas, la masa de las semillas va correlacionado negativamente con las tasas de mortalidad de las plántulas, y se ha reportado la importancia que tiene el tejido de reserva para sobrevivir en la sombra (Kitajima 1996). Los hábitats de las epífitas, como el dosel, son considerados pobres en nutrientes y elementos como el fósforo principalmente, sin embargo existen estrategias que han desarrollado estas plantas para adquirir energía; muchas incluyen la utilización del humus acumulado en árboles y otras en cambio, presentan características morfológicas para recolectarlo, las más comunes son la formación de canastas, nidos, tanques (Lesica 1990, Lüttge 1997). En el caso particular de las orquídeas, presentan dimorfismo en su sistema radical donde hay raíces adheridas a los sustratos, que están aplanadas dorsiventralmente y las aéreas que son cilíndricas y absorben agua y nutrientes de la atmósfera (Richardson 1993). Por lo tanto, si el tejido de reserva y el tipo de hábitat fueran lo determinante deberíamos concluir que las orquídeas tienen menos probabilidad de establecerse que otras especies de plantas, sin embargo éstas poseen una relación obligada con simbiontes micorrízicos durante la germinación que les permite crecer en estos ambientes limitados.

En hábitats naturales, asociación micorrízica son más una regla que una excepción y el principal rol de estos hongos podría ser la conversión de minerales del suelo y la degradación de compuestos orgánicos en formas más accesibles para el hospedero. La orquídea está presumiblemente secretando azúcares, aminoácidos y otros materiales orgánicos disponibles para el hongo (Esau 1977). Entender la simbiosis micorriza - orquídea es de gran importancia, ya que la disponibilidad de los hongos simbiontes pueden jugar un papel clave en determinar la distribución y diversidad de las orquídeas (Otero 2002). Se conoce muy poco sobre esta relación Orquídeas-*Rizoctonia* (hongo simbionte) y surge la pregunta de que tan determinante puede ser para la orquídea los lugares que usan sus raíces como sustrato y como varía el grado de infección de micorrizas entre ellos. Así esperaríamos que en sustratos que presentan grados evidente de descomposición, exista una mayor probabilidad de encontrar infección por hongos micorrízicos.

Este proyecto lo lleve a cabo en la estación Biológica La Selva en Costa Rica. Elegí de trece individuos de *Ionopsis utricolarioides* (Orchidaceae), cuatro raíces, una para cada uno los diferentes sustratos: madera seca, hoja seca, musgo y hojas con musgo. Para cada raíz realicé cinco cortes transversales y teñí con fucsina para observar más claramente el hongo. Categorisé en porcentaje el grado de infección de hongo en la raíz en 0, 25, 50, 75 y 100 %.

Registré una mayor infección en aquellas raíces asociadas con musgos, ya sea hoja y musgo o solamente musgo (Fig1., $F= 47.60$, $p < 0.001$). Se ha encontrado que este hongo *Rizoctonia* es patógeno de ciertas plantas, lo que puede explicar mejor la presencia del hongo en los musgos (Richardson 1993). El grado de infección da una idea de cuanto beneficio puede recibir la planta en función a sus raíces. La planta llega a ser totalmente independiente sólo cuando alcanza la madures, más bien, la poca disponibilidad de nutrientes la hace dependiente de las micorrizas hasta las etapas finales de su crecimiento. Esto justifica que encontraremos raíces infectadas por hongos durante la mayor parte del desarrollo ontogenético de la planta y es donde ubican su sistema radical y que sustrato utilizan lo que determinará una colonización con éxito y ligado a esto, la disponibilidad de fuentes de alimento.

En general el conocimiento sobre de hongos es limitado. De aquellos que viven sobre hojas, o sobre las raíces se ha documentado poco, por lo que no podría explicar si la relación que existe entre el grado de infección, el sustrato y los briofitos, estuvo basado en meras coincidencias o en relaciones que apoyarian estos resultados.

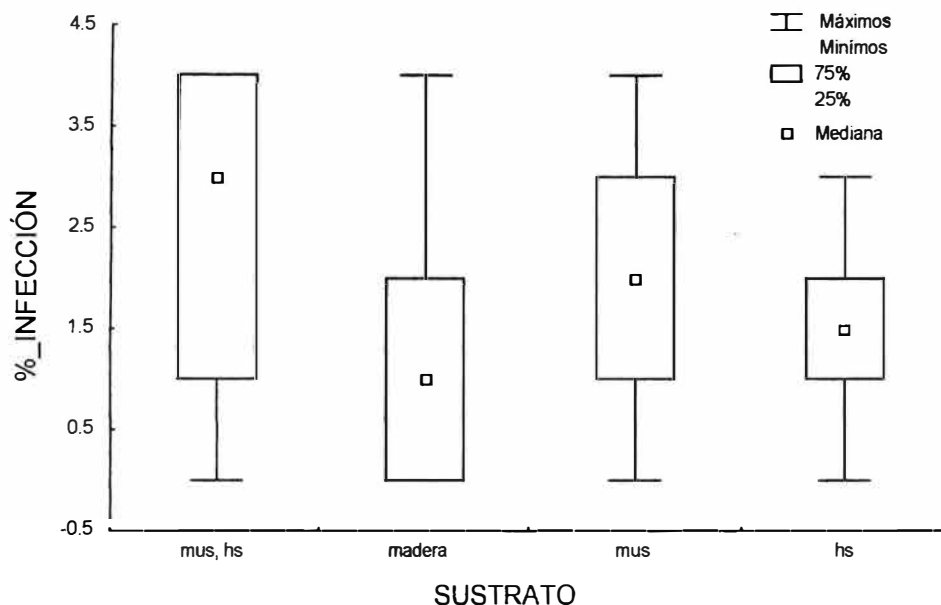


Fig 1. Porcentaje de Infección por *Rizoctonia* en función a diferentes sustratos utilizados por *Lonopsis utricularioides* (mus: Musgo, hs: hoja seca).

Referencias

- Esau, K. 1977. Anatomy of seed Plants. Segunda Edición. John Wiley & Sons. E.E.U.U.
- Fetcher, N., S.F Oberbauer and R.L Chadzon. 1994. Physiological Ecology of Plants. In La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest. Ed L.A.McDade, K.S. Bawa, H.A. Hespenheide and G.S Hartshorn. The University of Chicago Press.
- Hogan, K. 1996. Ecotypic Variation in the Physiology of Tropical Plants. In Tropical Forest Plant Ecophysiology. Ed. Mulkey, S.S, R.L, Chadzon, y A. P.Smith. Chapman & Hall. E.E.U.U.
- Kitajima, K. 1996. Ecophysiology of Tropical Tree Seedling. In Tropical Forest Plant Ecophysiology. Ed. Mulkey, S.S, R.L, Chadzon, y A. P.Smith. Chapman & Hall. E.E.U.U.

- Lesica, P y R.K. Antibus. 1990. The Ocurrancia of Mycorrhizae in Vascular Epiphytes of two Costa Rican Forest. *Biotropica* 22: 250 – 258.
- Lüttge, U.1997. *Physiological ecology of tropical Plants*. Springer, Berlín Heidelberg new York.
- Otero, J.T., J.D. Ackerman y P. Bayman. 2002. Diversity and Host Specificity of Endophytic Rhizoctonia – like fungi from tropical orchids. *American Journal of Botany* 89: 1852 –1858.
- Richardson, K.A. 1993. Endophytic fungi from the roots of neotropical epiphytic orchidaceae from La Selva, Costa Rica. Tesis de Maestría. University of Alberta, Canada.
- Walter, K.S. 1979. *Orquídeas*. Museo Nacional de Costa Rica. Departamento de Historia Natural.

NOTA CORTA

DAÑO CAUSADO POR *TAYASSU TAJACU* EN *DIEFFENBACHIA LONGISPATHA* (ARACEAE)

Mónica Olazábal Loayza

Palabras Clave: alimento, daño, rizomas

Dieffenbachia longispatha (Araceae) es una planta herbácea consumida por saínos (Jamieson, 1986). Se encuentra generalmente en el sotobosque en zonas húmedas y muy húmedas (Croat, 1983). Esta especie se puede reproducir por clones los cuales se originan frecuentemente del rompimiento de los rizomas del cual emergen pequeñas ramas (Jamieson, 1986) y también se caracteriza por presentar ácido oxálico en los rizomas (Croat, 1983).

Tayassu tajacu (Tayassuidae) se caracteriza por ser consumidor de frutas, raíces, tubérculos, bulbos (Kiltie y Terborgh, 1983). Por tal razón los saínos puede variar el tipo de alimentación en el tiempo y el espacio según la disponibilidad del recurso. Los saínos al alimentarse de rizomas podrían estar causando algún tipo de alteración en las plantas que consumen. Este estudio pretende determinar si el daño causado por saínos en los rizomas de *Dieffenbachia longispatha* al momento de alimentarse altera el crecimiento de la planta y evaluar la presencia de daño en función al tamaño del parche (agrupamiento de plantas).

El presente trabajo lo realicé en la Estación Biológica la Selva, en febrero del 2003. Tome datos de 80 plantas en un total de 23 parches a lo largo de los senderos la arboleda, camino circular cercano y lejano. Registré la altura de cada planta, número de hojas, diámetro del rizoma y tipo de daño categorizándolo en: alto, medio y bajo. Para determinar la distancia del parche utilicé las tamaño existentes entre la planta más cercana de cada parche. Realicé un análisis de varianza para determinar si la altura de la planta se ve influenciada por el daño en los rizomas; además utilicé una regresión para determinar si existía relación en la cantidad de daño según el tamaño del parche.

De las 80 plantas muestreadas 26 presentan daño. Encontré una tendencia que relaciona el tamaño de la planta y daño: menor daño mayor altura de la planta, ($F_{2,23} = 2.42$, $P = 0.11$) (Fig.1). No hubo relación entre el tamaño de parches y daño, ($F_{1,21} = 2.1$, $P = 0.16$, $R = 0.30$) (Fig.2).

La tendencia observada del daño según el tamaño de la planta estaría indicando una preferencia de consumo de plantas más jóvenes, la cual podría estar relacionada al contenido de ácido oxálico. Por otra parte el tamaño del parche no guarda relación con la cantidad de daño siendo necesario considerar otros factores como humedad, presencia de claros y otros factores ambientales que podrían estar influenciando el consumo de *Dieffenbachia*. Por observaciones adicionales, mostraron que a mayor humedad del suelo mayor es la presencia de *Dieffenbachia*, también se observó que a mayor número de plantas dañadas (corte), mayor número de plantas jóvenes.

Referencias

Croat.T.B.1983. *Dieffenbachia*, pp 234-239 en:Costa Rica Natural History, Janzen D.H (ed) The university of Chicago press, United States of America .

Jamieson, H. 1986. Pollination of *Dieffenbachia longispatha* effect of beetles on reproductive success, gene flow and gender from La Selva, Costa Rica. Tesis de Doctorado State University of New York.

Kiltie, R.A y Terborgh J. 1983. Observation on the behavior of rain forest peccaries in Perú. Why do white-lipped peccaries form herds?. Z. Tierpsychol. 62:241-255.

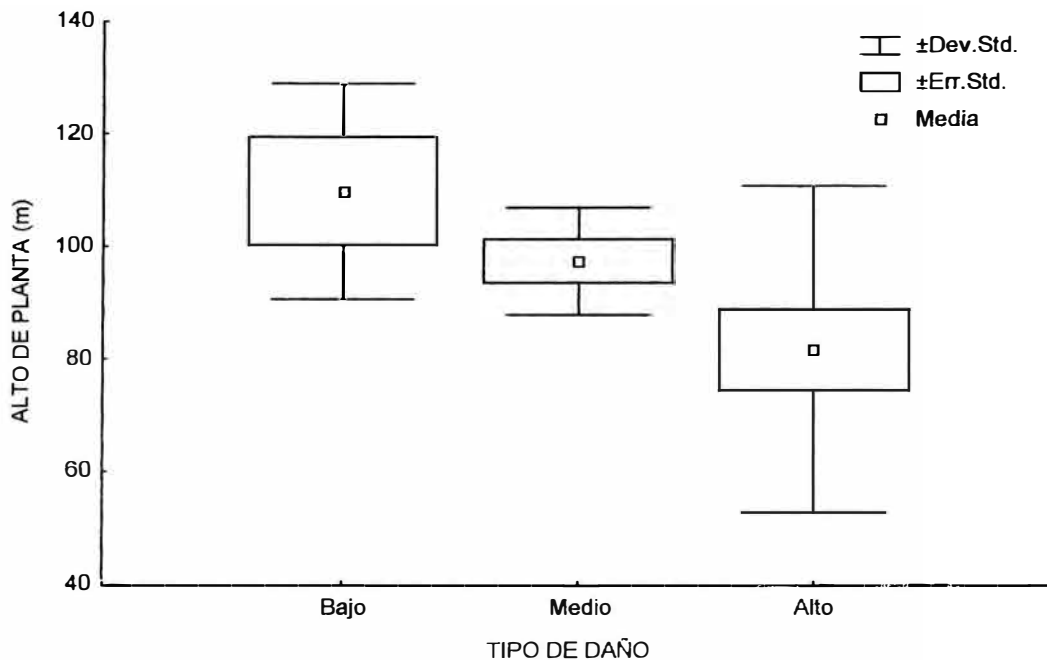


Fig. 1. Tamaño de la planta vs daño

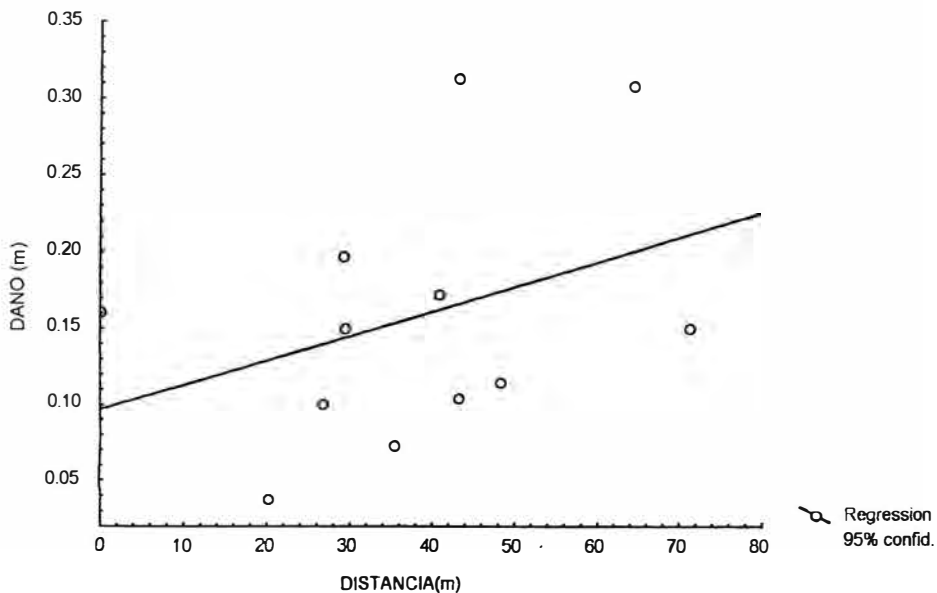


Fig 2 Relación entre daño de plantas vs tamaño de parches.

NOTA CORTA , CORTA

PERCHAS: UN RECURSO LIMITANTE PARA LAS HEMBRAS DE *NEODOHRNIPHORA CURVINERVIS* (DIPTERA: PHORIDAE)

Evelyn K. Astudillo Sánchez

Palabras Clave: *Neodophriniphora curvinervis*, ovoposición, Phoridae, perchas

La familia Phoridae es una de las familias con más especies de insectos. Dentro del grupo, existen varias especies que son parasitoides de las hormigas cortadoras de hojas. Los fíridos hembras se posan en perchas cerca de la fila de hormigas para seleccionar al hospedero que intentan parasitar (Erthal 2000). La especie *Neodophriniphora curvinervis*, parasita a *Atta cephalotes*, colocando un huevo en el occipucio de las obreras de tamaño mediano a grande, ya que como la larva se desarrolla en la cabeza del hospedero, este tiene que ser de un tamaño específico, si la obrera es muy chica, la larva no se desarrolla y si es muy grande, la larva no puede salir a pupar. Tras observar en el campo que no aparenta haber una limitación en la disponibilidad de hormigas, me pregunté si son las perchas el recurso limitante para las hembras de *N. curvinervis*.

Realicé el estudio en dos días, durante el mes de febrero, en el sendero La Arboleda, Estación Biológica La Selva, Costa Rica. En el primer día, marqué 10 colonias activas de *A. cephalotes*, anoté los patrones de actividad de la colonia y busqué la presencia de fíridos en perchas a lo largo de una sección de 0.50 m del camino de la colonia. Si no encontraba fíridos colocaba un par de perchas (banderitas de 10 cm de alto) a cada lado del camino, en lugares cerca de pendientes u obstáculos. En el segundo día, después de cuantificar la presencia de fíridos en las perchas colocadas, realicé la remoción del individuo y lo colecté observando durante 10 minutos la reocupación de la misma percha.

Coloqué un total de 44 perchas distribuidas en 10 colonias, de las cuales 9 perchas fueron ocupadas por hembras de fíridos. Estas frecuentemente ocuparon las dos perchas en el mismo sitio. Removí 9 hembras de fíridos de 5 perchas de las cuales ninguna fue reocupada.

Los resultados no son contundentes debido a la poca información, sin embargo sugieren que las perchas probablemente sean un recurso limitante y que la elección del sitio para la percha no fue adecuado en cuanto a la pendiente u obstáculo presente.

Además estos datos sugieren que la presencia de fíridos no está determinada solamente por la disponibilidad de percha sino también por la ubicación y quizás depende del flujo de hormigas forrajeando.

Aparentemente no existe competencia, ni agresión por perchas disponibles en fíridos, puesto que la mayoría fue ocupada por dos individuos al mismo tiempo.

Referencias

- Erthal M & A. Tonhasca. 2000. Biology and oviposition behavior of the phorid *Apocephalus attophilus* and the response of its host the leaf-cutting ant *Atta laevigata*. *Entomology Experimental and Applied* 95, 71-75.
- Orr. R.M. 1992. Parasitic flies (Diptera: Phoridae) influence foraging rhythms and caste division of labor in the leaf-cutter ant, *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 30: 395-402.

ANEXO 1:

Tratamiento 1: Día 1										
Colonias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
# perchas colocadas	4	2	6	8	2	2	4	8		8
# percha terreno	4	2	6	8	0	0	4	8		8
# percha presencia	0	0	0	0	2	2	0	0		0
# percha ocupadas	0	0	0	0	2	2	0	0		5
# individuos	0	0	0	0	2	2	0	0		5
Día 2										
Colonias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
# perchas colocadas	2	2	6	8	2	2	4	8	2	8
Tratamiento 2 : Día 2										
Colonias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Remoción	0	0	0	0	1	2	0	0	0	5
# perchas removidas	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3

NOTA CORTA

¿DÓNDE ESTÁN LAS TIENDAS? EFECTO DEL TAMAÑO Y DUREZA DE LAS HOJAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE TIENDAS DE MURCIÉLAGOS

Irene Zager Fernández

Palabras Clave: dureza y tamaño de hojas, palmas, tiendas de murciélagos.

Introducción

Al menos 15 especies de murciélagos neotropicales y 3 especies de murciélagos paleotropicales pueden modificar las hojas de varias especies vegetales para construir “tiendas” que son utilizadas como refugios o perchas (Brooke 1990, Kunz *et al.* 1994). La arquitectura específica de estas tiendas estará estrechamente relacionada con la morfología de la planta (e.g. forma y tamaño, número y patrón de las venas, posición del pecíolo) más que con el comportamiento específico del murciélago (Kunz *et al.* 1994).

Entre los factores morfológicos que podrían estar limitando el uso de ciertas hojas para la construcción de tiendas se incluyen su tamaño y dureza. Las observaciones indican que en general los comportamientos de construcción y descanso en tiendas están limitados a especies relativamente pequeñas (de 5 a 50 g), ya que las especies de mayor tamaño no podrían ser soportadas o protegidas adecuadamente por las hojas alteradas, o podrían no ser lo suficientemente ágiles para volar en el ambiente físicamente agrupado que a menudo está asociado a las tiendas (Kunz *et al.* 1994).

Teniendo esto en consideración, evalué en febrero del 2003 si existía alguna tendencia en cuanto a la dureza y tamaño de las hojas de las diferentes especies vegetales que son utilizadas en la construcción de tiendas en la Estación Biológica La Selva. La zona de vida corresponde a un Bosque Tropical Húmedo, con precipitaciones anuales de 4000 mm y temperaturas mensuales promedio entre 24.7 y 27.1 °C (McDade y Hartshorn 1994).

Ubiqué todas las tiendas de murciélagos que eran visibles a lo largo de 4.4 km de senderos en el bosque primario de la estación, registrando para cada una la localidad, la especie vegetal en la que fue construida y la altura de la planta. Adicionalmente, determiné la longitud total de las hojas con tiendas y colecté una muestra de cada hoja tomada cerca de la vena central, para determinar su dureza.

Paralelamente hice un muestreo de la abundancia de las especies vegetales que podrían ser utilizadas en la construcción de tiendas dentro de 7 parcelas de 10m x 10m distribuidas aleatoriamente a lo largo de la zona de bosque primario recorrida. Cada individuo fue asignado a una categoría de altura (de 0 a 1 m, de 1 a 3 m, o más de 3 m), y se observó si presentaba o no tiendas. En cada parcela se tomaron muestras adicionales de hojas para evaluar su dureza.

Encontré un total de 26 tiendas de murciélagos en 7 plantas de 4 especies diferentes. Según la clasificación morfológica propuesta por Kunz *et al.* (1994), 2 de estas tiendas eran cónicas (2 en *Pentagonia* sp.), 1 era de forma apical (*Pentagonia* sp.), 2 tenían forma de bote (1 en *Heliconia* sp. y 1 en *Calathea* sp.) y 21 eran de tipo bífido (todas en 1 individuo de la Morfosp. de palma 2).

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los datos de la caracterización de las hojas de las especies vegetales que pueden ser utilizadas por los murciélagos para la construcción de tiendas. En general, las hojas de estas plantas son bastante duras y grandes, particularmente las palmas, observándose los menores valores para las hojas de *Pentagonia* sp. (Rubiaceae).

En las Figuras 1, 2 y 3 se indica el número de individuos de las cinco especies vegetales evaluadas como posibles sitios de construcción de tiendas en las parcelas, por rango de altura. Puede verse que en el bosque primario de La Selva predominan las morfoespecies de palma 1 y 2. En cambio el resto de las especies vegetales estudiadas resultaron bastante escasas dentro de las parcelas.

El bajo número de tiendas de murciélagos que fueron encontradas dentro de los senderos del bosque primario de La Selva parece indicar que los murciélagos de esta zona no están aprovechando el recurso disponible en las hojas para la construcción de refugios. Es muy posible que las especies presentes estén aprovechando algún otro tipo de percha como dormitorio o comedero. Hay que recordar que muy pocas de las especies de quirópteros que construyen tiendas dependen de este recurso. La mayoría puede aprovechar algún otro tipo de refugio, tales como troncos huecos o ramas de árboles. Una excepción sería quizás *Artibeus watsoni*, el cual sólo ha sido visto utilizando este tipo de estructuras como dormitorios (Timm 1987, Kunz *et al.* 1994). Otra posibilidad es que en este momento, los murciélagos estén localizados en alguna otra área del bosque, ya sea a lo largo de otros senderos o más lejos del borde de los caminos. Por último, también es posible que las tiendas hayan estado presentes, pero simplemente no hayan sido avistadas mientras se recorrían los senderos. Sin embargo, esto es poco probable debido a que la observadora contaba con experiencia previa reciente en la ubicación de tiendas de murciélagos.

Debido a esta falta de tiendas, no pude analizar de forma clara los datos de dureza y tamaño de las hojas utilizadas para su construcción. Sin embargo, al observar los datos disponibles se puede apreciar que en general, las hojas de las plantas en las que se constató la presencia de tiendas (*Pentagonia*, *Heliconia*, *Calathea* y la Morfoespecie de palma 2) tendían a ser bastante resistentes y de gran tamaño. A este respecto, Brooke (1990) reportó que en general pareciera que cualquier hoja de un ancho mayor de 10 cm y un largo de más de 50 cm que no presente restricciones para el acceso aéreo de los murciélagos podría ser usada para construir una tienda, aunque las hojas gruesas y resistentes pueden ser usadas por más tiempo que las de plantas de hojas delgadas.

Por último, es interesante destacar que en este estudio se vio reflejado uno de los aspectos más particulares del subdosel del bosque de La Selva, y es la diversidad y abundancia de palmas enanas (Timm 1987), dentro de las que se incluyen dos especies de hojas amplias utilizadas por *A. watsoni* para construir tiendas. Es decir, parece que en el caso de La Selva, la disponibilidad de plantas adecuadas no parece ser el limitante para la construcción de tiendas por parte de los murciélagos.

Referencias

- Brooke, A. P. 1990. Tent selection, roosting ecology and social organization of the tent-making bat, *Ectophylla alba*, in Costa Rica. *J. Zool., Lond.* 22, 11-19.

- Kunz T.H., M. S. Fujita, A. P. Brooke y G. F. McCracken. 1994. Convergence in tent architecture and tent-making behavior among neotropical and paleotropical bats.
- McDade, L. A y G. S. Hartshorn. 1994. La Selva Biological Station. Pp. 6-14. En: L. A. McDade, K. S. Bawa, H. A. Hespenheide y G. S. Hartshorn (Eds.). La Selva. Ecology and natural history of a Neotropical rain forest.
- Timm R. M. 1987. Tent construction by bats of the genera *Artibeus* and *Uroderma*. *Fieldiana Zool. (New Ser)*. 9: 187-212

Cuadro 1.- Medidas de la altura total, y dureza y longitud promedio de las hojas de cuatro especies vegetales de La Selva que podrían ser utilizadas por los murciélagos para la construcción de tiendas.

Especie	Altura promedio ± DE (m)	Dureza promedio hojas ± DE	Longitud promedio hojas ± DE (cm)	N
<i>Calathea</i> sp.	1.90 ± 0.00	15.42 ± 4.87	91.50 ± 8.66	4
<i>Pentagonia</i> sp.	3.15 ± 0.30	34.32 ± 8.62	62.21 ± 19.15	8
Morfosp. 1	1.30 ± 0.35	45.83 ± 10.37	72.00 ± 3.93	29
Morfosp. 2	2.22 ± 0.37	38.65 ± 18.30	97.07 ± 13.13	14

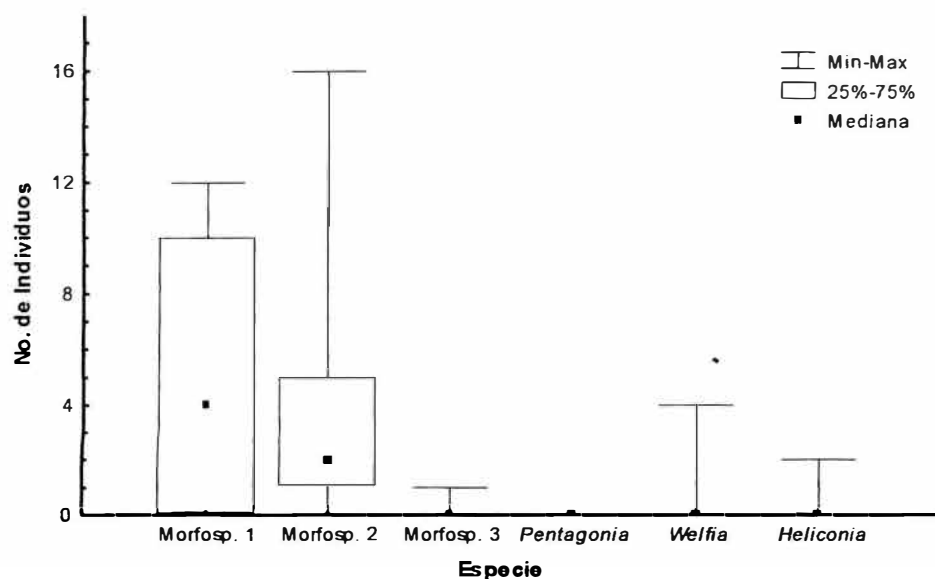


Fig. 1. Número de individuos de 0 a 1 m de altura de las 5 especies vegetales que podrían ser utilizadas para la construcción de tiendas en las parcelas de estudio.

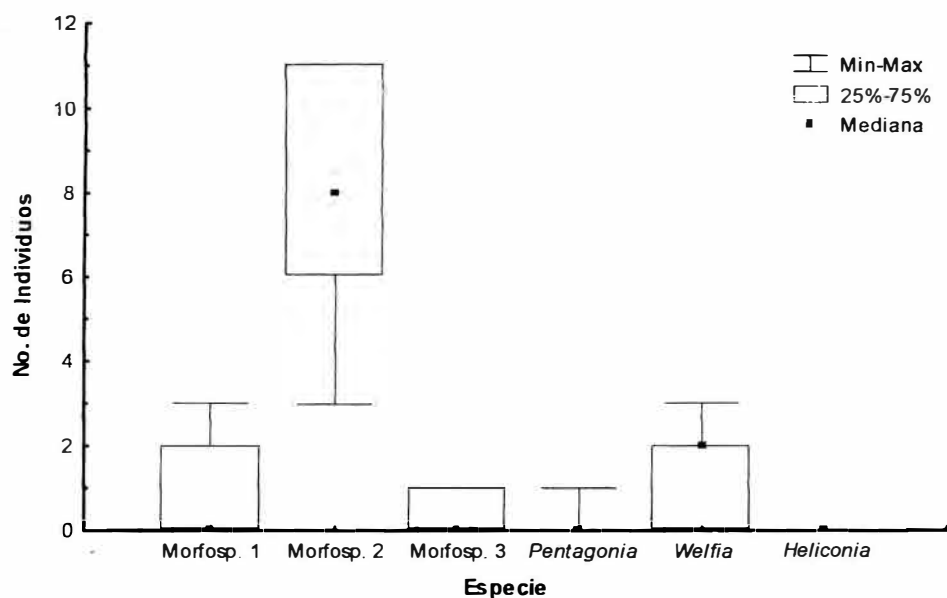


Fig. 2. Número de individuos de 1 a 3 m de altura de las 5 especies vegetales que podrían ser utilizadas para la construcción de tiendas en las parcelas de estudio.

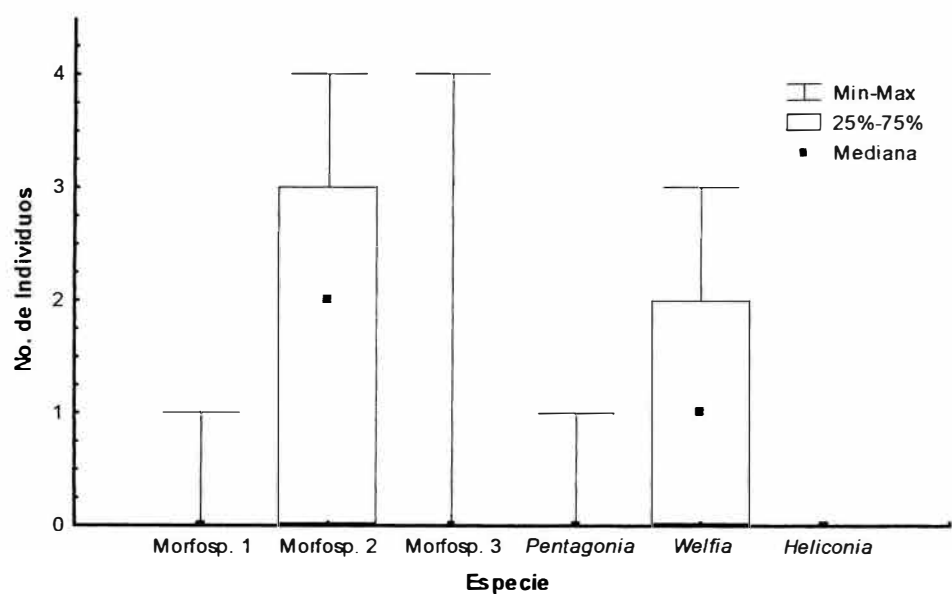


Fig. 3. Número de individuos de más de 3m de altura de las 5 especies vegetales que podrían ser utilizadas para la construcción de tiendas en las parcelas de estudio.

CACAO



Discusión sobre Conservación

Más de 60 shows



PLAN DE MANEJO DEL PARQUE NACIONAL EL CUBO

Alain Carretero, Delicia Pino, Gustavo Londoño, Juan Carlos Villareal, Luciano Lopes, Ruth Percino Daniel, Xiomara Carratero & Clodín Sierra

Palabras Clave: Archipiélago, caza pesca furtiva, contaminación, deforestación, especies exóticas, plan de manejo.

Descripción del Escenario

El archipiélago el Cubo es compuesto por 16 islas de origen volcánico de tamaños que varían de 400 km² a 5 Km² y situada a 1000 km del continente. Las formaciones vegetales de la isla comprenden manglares, vegetación de dunas, matorrales, bosques semi-cerrados, bosques de *Scalesia*.

Existe una alta riqueza de especies de fauna con una gran cantidad de especies endémicas. Existen especies de iguanas marinas y terrestres, albatros cormorán áptero, tortugas (galápagos), flamencos, ballenas (29 sp.), corales y pinzones (13 sp.)

La distancia del continente ha dado como resultado el surgimiento de un gran número de especies endémicas. Este factor así como la importancia histórica del archipiélago El Cubo para la teoría de la evolución de Charles Darwin, han hecho que el archipiélago sea considerado un patrimonio mundial de la Humanidad.

Las islas cuentan con 20,000 habitantes residentes en las islas Gallo Pinto, Pura Vida y San Rodrigo. El archipiélago es visitado por alrededor de 80,000 turistas anualmente, para lo cual se cuentan con 54 puntos turísticos.

El inevitable crecimiento de la población humana y el enorme flujo de turistas que visitan el Archipiélago traen consigo amenazas a la diversidad de flora y fauna nativa. Entre las principales amenazas están: Introducción de especies exóticas, contaminación, avance de la frontera agrícola, caza furtiva y pesca ilegal.

A pesar de que existen leyes sobre el uso de los recursos naturales de las islas es necesario establecer un plan de manejo de los recursos y ejecutarlo en armonía con los pobladores.

Detalles del proyecto

Analizamos la situación actual del archipiélago El Cubo mediante la revisión de la literatura para identificar las principales amenazas que merman la vida silvestre nativa. Decidimos enfocarnos en la Isla San Rodrigo, porque es una isla principal que tiene una concentración de población humana importante. Identificamos cuatro amenazas principales con sus respectivas causas y consecuencias proponiendo en cada una objetivos y actividades. Estas amenazas son: especies introducidas invasoras, contaminación del agua y el suelo, deforestación y caza y pesca ilegal. Planteamos desarrollar este proyecto en un periodo de cinco años para esto contamos con un equipo multidisciplinario de biólogos, agrónomos, forestales, captadores de recursos y técnicos comunitarios

Misión del grupo.

La misión de ésta ONG es proponer un plan de acción en el Archipiélago El Cubo, Isla San Rodrigo, con la finalidad de reducir la pérdida de vida silvestre nativa. La ONG se dedica a promover la conservación y protección de especies endémicas.

Resumen inicial del modelo conceptual

Especies introducidas

Las especies invasoras introducidas pueden afectar a las especies nativas a través de diversos mecanismos: competencia por el espacio, competencia por la comida, depredación, alteraciones, hibridación, vectores y fuentes de enfermedades y alteración física del entorno (Coblentz 1988).

El archipiélago El Cubo no escapan de éste tipo de invasiones.. Existen plantas introducidas como fuente de alimento (maíz, arroz), ornamentales, animales domésticos (perros, gatos) y algunos traídos accidentalmente que han venido con las inmigraciones, navíos y turistas.

Hemos identificado cinco especies arbustivas (Caesolpinia, Lantana, Cestrum, entre otras) y tres especies de herbáceas (Udalchoe) que son de rápido crecimiento y desplazan a las especies nativas y algunas son perjudiciales para especies de mamíferos. De las especies de animales introducidas, existen muchos que depredan huevos de iguanas, tortugas y aves). En este proyecto, nos enfocamos en ratas, gatos y perros cimarrones. Las ratas introducidas han conducido a la extinción de cinco especies endémicas, sobreviviendo solo una especie en la isla. Los gatos y perros anteriormente domésticos se convirtieron en una plaga en la isla.

Contaminación del agua y suelo

Los desechos producidos por los humanos son uno de los principales factores que amenazan la biodiversidad. Esto se ve mucho mas marcado en lugares como la isla San Rodrigo que son pequeños y con un ecosistema lleno de especies endémicas que se ve afectado por cualquier tipo de contaminación. Las comunidades locales y el turismo son las mayores fuentes de contaminación produciendo aguas negras y desechos tóxicos, también traen elementos como combustibles y pesticidas. Todos estos desechos son vertidos en aguas y suelo de la isla destruyendo diversos ecosistemas y reduciendo la población de muchas especies endémicas.

Deforestación

La deforestación esta relacionada a la tala ilegal de madera, el aumento de áreas de pastoreo y agricultura. La demanda de leña y madera para construcción de casas, barcos y hoteles ha llevado a la población a ésta tala ilegal en áreas del parque que es facilitada por la dificultad de control realizada por los guardaparques y la municipalidad.

El aumento poblacional y el uso inadecuado de suelos genera una necesidad creciente de tierras para el pastoreo y agricultura llevando a la utilización de áreas del parque, deforestación y degradación de los ambientes y de la vida silvestre nativa.

Pesca y uso ilegal de especies nativas

La vida silvestre de las islas El Cubo se ve amenazada po la pesca ilegal (langostas, pepinos de mar y otros) y caceria furtiva de huevos y especies amenazadas (galapogos y iguanas). Estas actividades son generadas por distintas presiones sobre la comunidad local y la presencia de turistas a lo loargo del ano. Aunque existen vedas sobre la explotacion del pepino de mar, la demanda internacional de este producto, falta de conocimientos, la necesidad de dinero, las tradiciones y el turismo (la demanda de mascotas en caso de las iguanas), además de la falta de alternativas han generado una fuerte explotación de estas especies.

Especies introducidas (Cuadro 2)

Objetivo 1

Asistir al servicio de Parques Nacionales en la estrategia de erradicación de cinco especies arbustivas, tres especies herbáceas, ratas, gatos y perros.

Actividades

- Mapeo de las especies introducidas de flora y fauna de la isla durante seis meses cada año
- Investigaciones que provean los planes de erradicación de plantas introducidas anualmente durante cuatro años
- Investigaciones que provean de una estrategia de erradicación de ratas, gatos y perros, anualmente durante cuatro años
- Capacitación de 15 funcionarios del servicio de parques nacionales para la implementación de las estrategias de erradicación

Objetivo 2

Reducción de la reproducción de gatos y perros domésticos en un 80% en los cinco años.

Actividades

- Entrenamiento y capacitación de 15 técnicos locales sobre la esterilización de perros y gatos de la isla
- Visitas a domicilio por parte de los técnicos comunitarios para la sensibilización de esterilizar perros y gatos
- Contratación de veterinarios para la esterilización de perros y gatos en la isla

Objetivo 3

Implementar un programa de educación ambiental sobre especies invasoras durante 5 años.

Actividades

- Realizar cuatro talleres por año a los diferentes sectores: comunidades en general, pescadores, personal de parques naturales, personal de ecoturismo
- Impartir charlas mensuales a escuelas primarias, secundarias sobre los impactos negativos de las especies exóticas
- Realizar cuatro salidas de campo para llevar a la práctica los conocimientos adquiridos
- Capacitar a maestros de biología sobre las amenazas que enfrenta la isla

Contaminación de agua y suelos (Cuadro 3)

Objetivo 1

Mejorar el tratamiento de las aguas negras en un 70%

Actividades

- Taller de capacitación sobre el adecuado almacenamiento de las aguas negras, haciendo uso de contenedores
- Creación de un proyecto piloto para la implementación de un plazo de oxidación para el tratamiento de aguas negras

Objetivo 2

Reducir el uso y derrame de combustibles derivados del petróleo en un 40%

Actividades

- Taller de capacitación en el uso de energías alternativas a los derivados del petróleo
- Búsqueda de financiamiento para la obtención de paneles solares y biogestores

Objetivo 3

Minimizar la contaminación por desechos sólidos en un 60%

Actividades

- Taller de capacitación sobre el beneficio higiénico y económico del reciclaje de los desechos sólidos
- Creación de centros artesanales para la utilización de productos reciclables
- Búsqueda de contactos con industrias en el continente que permitan la comercialización de los productos reciclados generados en la isla
- Promover y persuadir mediante contactos al personal del Ministerio del Ambiente, la reducción de impuestos a las empresas de transporte (naval y aéreo) y estimular la remoción de desechos de la isla
- Contactar a las autoridades del municipio para disminuir los aranceles de productos orgánicos y estimular la comercialización de estos

Objetivo 4

Minimizar el impacto del uso de pesticidas en un 10%

Actividades

- Taller de capacitación sobre el uso adecuado de pesticidas y consumo de productos orgánicos
- Promover la disminución de los subsidios en los precios de los pesticidas
- Realizar investigación mediante convenios con la Universidad estatal para realizar tesis de pregrado o maestría en los temas de uso de especies resistentes a suelos pobres y sobre control biológico

Deforestación (Cuadro 4)

Objetivo 1

Reducir en 70% el área del parque ocupada por agricultura y ganadería en 5 años

Actividades

- Identificación de técnicas agro-pastoriles más adecuadas para optimizar el uso del suelo
- Formación de tres cooperativas para desarrollar agricultura mejorada y reducir la expansión de la frontera agrícola. Se dará asistencia técnica y proporcionarán insumos
- Educación formal para proveer técnicas agropecuarias
- Acuerdos con la municipalidad y autoridades del parque para que los pobladores descupen 20% al año el área del parque
- Construcción de cercas en las fincas y aprehensión del ganado en el parque

Objetivo 2

Reducir en 50% la tala ilegal del bosque en el parque en 5 años

Actividades

- Investigación de especies nativas para silvicultura e implantación de viveros
- Identificación de fuentes de energía alternativas al uso de leña
- Implementación de estas fuentes de energía en 25% de las fincas en 4 años
- Control de tránsito de madera por patrullas móviles
- Control de la utilización de madera en construcciones por la municipalidad

Pesca y uso ilegal de especies nativas (Cuadro 5)**Objetivos generales**

- Reducir la pesca ilegal del pepino de mar en un 50% en 5 años
- Reducir el uso ilegal de huevos y adultos de iguana y galápagos en un 90% en 5 años

Objetivo específico 1

Reducir la falta de conocimiento sobre el pepino de mar, iguana y galápagos en un 60% en 5 años

Actividades

- Financiar dos estudiantes de educación que como parte de su tesis realicen:
 - creación de videos y cartillas como apoyo a clases que deben dictar en dos escuelas de la Isla San Rodrigo
 - dictar ocho clases sobre el pepino de mar y ocho clases sobre la iguana y galápagos en dos escuelas de la isla San Rodrigo (una cada mes en cada escuela cada año)
 - dictar cuatro talleres (uno cada tres meses) a distintos grupos de adultos (pepineros y cazadores, personal de la municipalidad y parque, y público en general) en la isla San Rodrigo
 - realizar salidas para la observación de estas especies

Objetivo específico 2

Fortalecer el sistema de multas por uso de pesca ilegal de especies en un 30% en 5 años

Actividades

- Acuerdo con la administración de parques para la imposición de multas mas grandes por pesca y caza ilegal

Objetivo específico 3

Fortalecer el control sobre la pesca ilegal de pepino de mar

Actividades

- Capacitar dos pepineros con cinco charlas para la realización de rondas de control
- Contratación de estos pepineros capacitados
- Contratación de pepineros (4) para la salida de las escuelas y cuatro cazadores para las salidas a observar iguanas y galápagos (tres salidas por año en grupos de 15 estudiantes)

Objetivo específico 4

Fortalecer el control sobre el uso ilegal de iguanas y galápagos

Actividades

- Capacitar ocho personas (cuatro para iguanas y cuatro para galápagos) con cinco charlas para las rondas de control

Objetivo específico 5

Buscar alternativas de financiamiento para el programa de crías de iguana y galápagos

Actividades

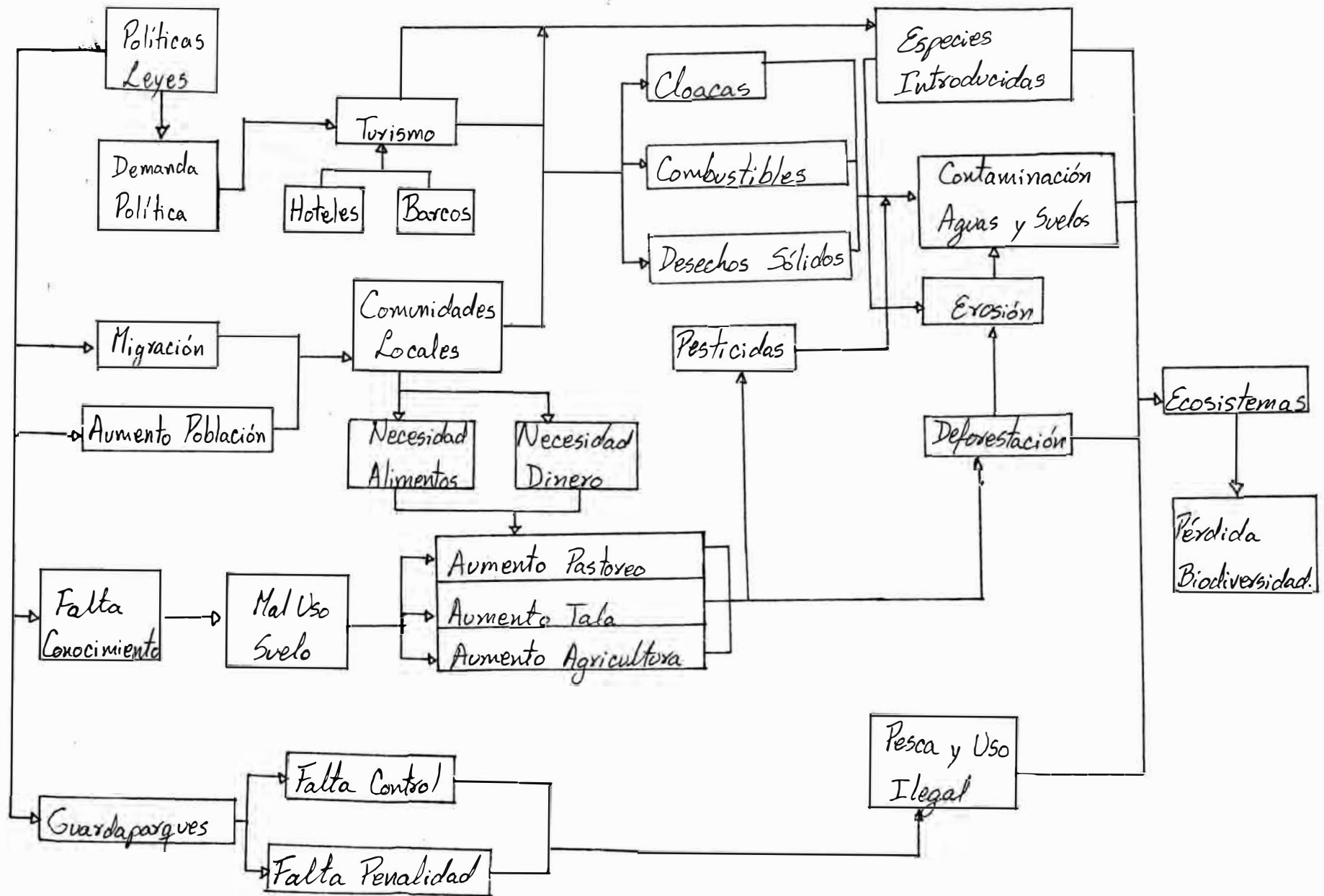
- Programa de adopción de 20 individuos de galápagos y 10 de iguana para el financiamiento de programas de cría de estas especies ya establecidos, asignándoles un 10% de los fondos recolectados a cada programa

Objetivo específico 6

Fortalecer el control de la salida de iguanas como mascotas

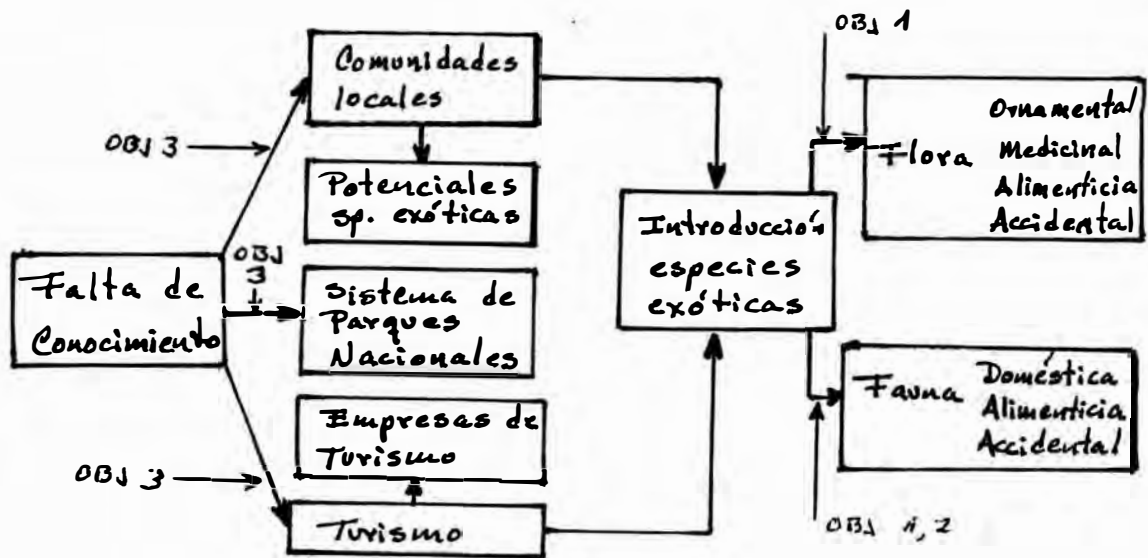
Actividades

- Entrenamiento de tres perros castrados para el control de la salida de mascotas en barcos y aviones
- Realización y distribución de carteles informativos sobre el control en barcos y la prohibición de compra de mascotas

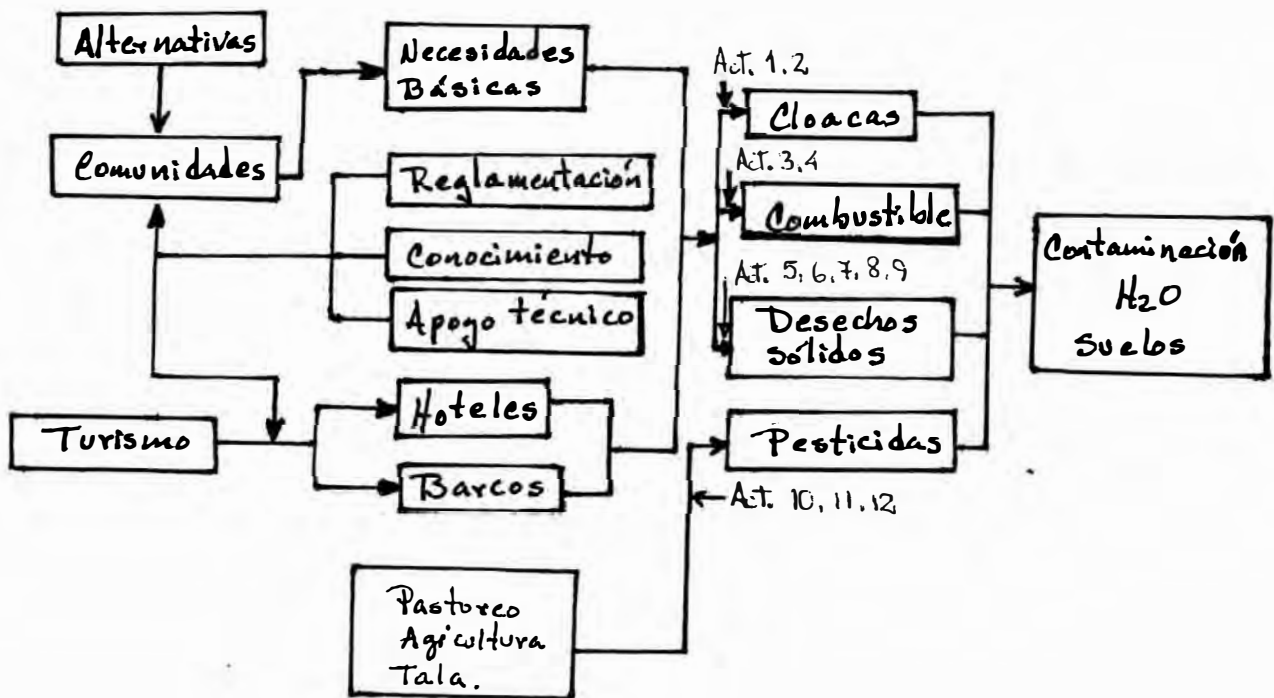


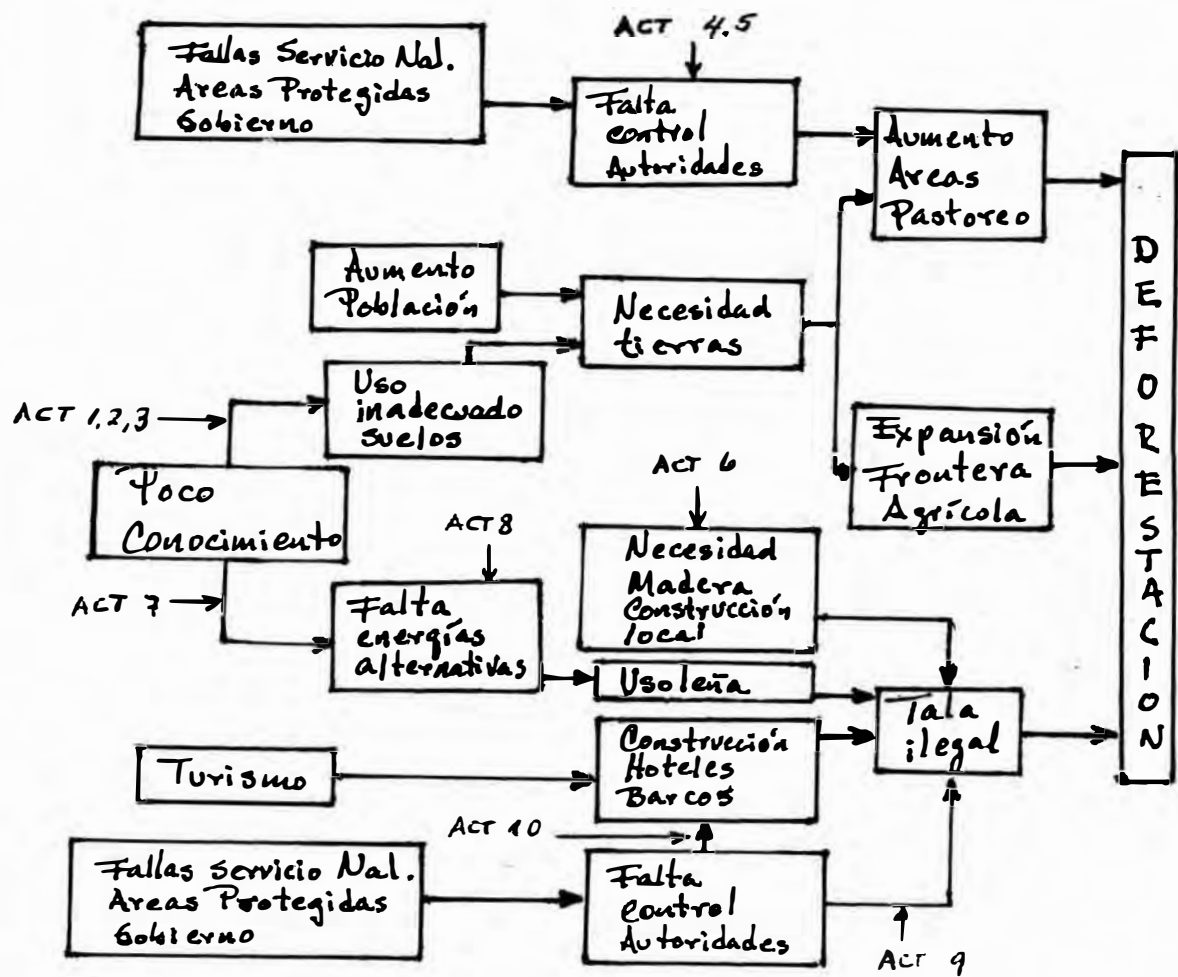
Cuadro 1. Modelo Conceptual General

Cuadro 2. Modelo conceptual de especies introducidas.

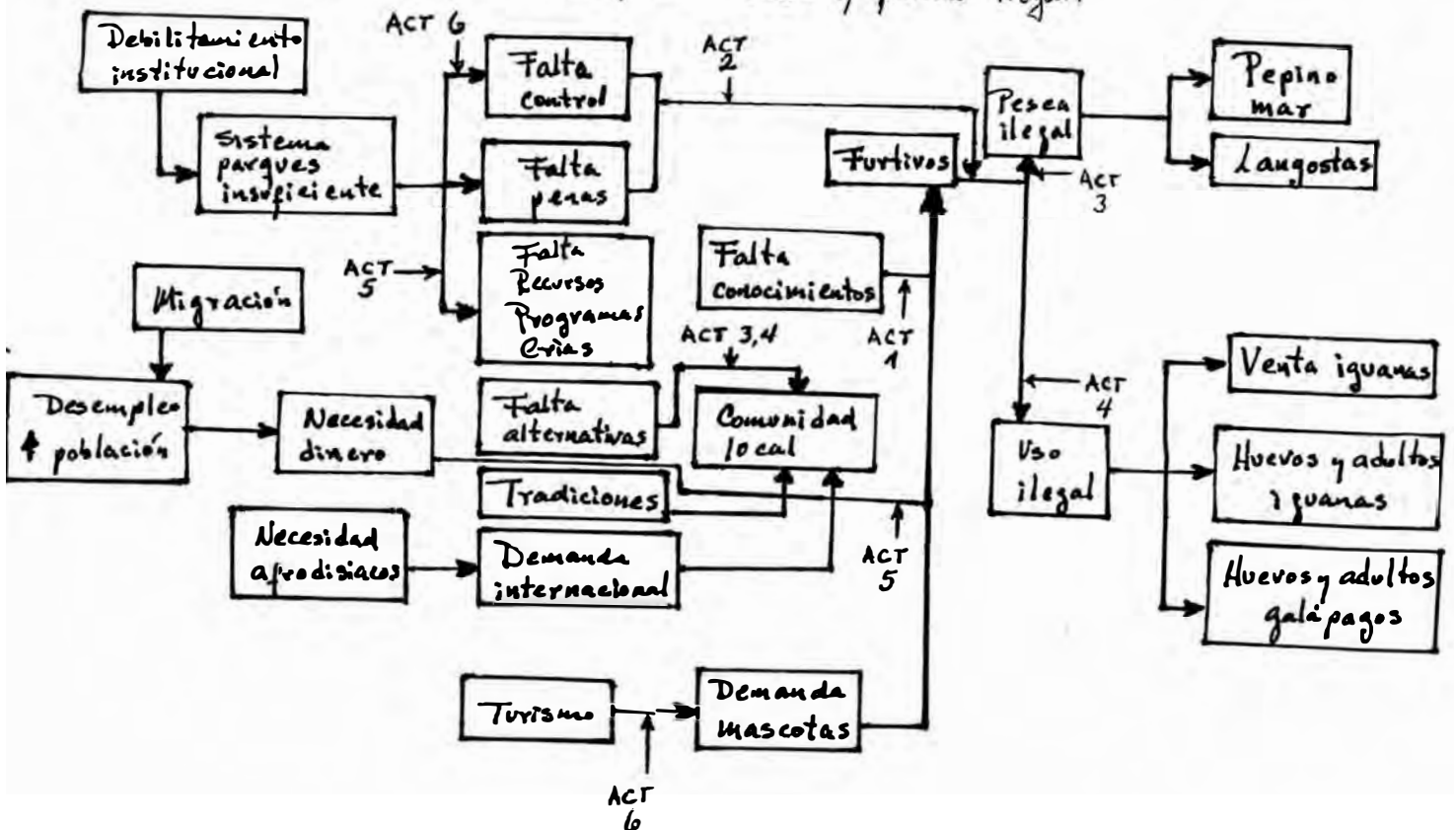


Cuadro 3. Modelo conceptual de contaminación





Cuadro 5. Modelo conceptual Caza y pesca ilegal.



PROPUESTA DE MÉTODOS PARA LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS DESTINADOS A LA CONSERVACIÓN

Elizabeth Osorio, Luis Gonzales, David Suarez, Josué Ramírez, Rodrigo Becerra, Marcelo Ardón, Luciana Elizalde, & Johnny Rosales

Palabras Clave: conservación, asignación de recursos

Los métodos actuales para la valoración de la biodiversidad están basados en el potencial de explotación de los recursos que presentan los ambientes naturales. Esto tiene grandes desventajas como son la interrupción de procesos ecológicos y evolutivos, pérdida de diversidad, además, de no permitir un cambio en la forma tradicional de pensar de los pobladores y decisores que permitan valorar más los recursos en su contexto natural.

Por lo tanto, los recursos que otorgan los donantes y el estado para la conservación, se asignan en función de criterios que no son directamente relevantes para la conservación, los cuales deberían ser excluidos del mercado.

Nuestro objetivo es crear un método con bases biológicas para establecer prioridades en la asignación de recursos para la conservación. Este método no intenta valorar el impacto del hombre, ni las variables sociales que son de importancia para la elección de un área de conservación. Esto debe ser evaluado por un equipo multidisciplinario.

Descripción del método

Identificamos variables biológicas a nivel de paisaje, comunidad y genes.

Variables de paisaje

Área: es importante ya que, en general, áreas más grandes contienen mayor diversidad que las áreas pequeñas. Para determinar los rangos nos basamos en las necesidades de poblaciones de diferentes mamíferos conocidos

Valor asignado	Rango (ha)
0	< 2000
1	2000 – 10000
2	10000 – 22000 (poblaciones de pequeños mamíferos)
3	22000 – 33000 (poblaciones de monos pequeños)
4	33000 – 50000 (poblaciones de mamíferos pequeños)
5	> 50000 (poblaciones de mamíferos grandes)

Forma: la relación perímetro superficie es la que utilizamos para evaluar esta variable. Varios estudios han demostrado que para minimizar el efecto de borde es importante reducir la proporción de perímetro al área.

Valor asignado	Rango
1	0.035 – 0.08
2	0.34 – 0.024
3	0.023 – 0.02
4	0.019 – 0.01
5	< 0.01

El rango lo establecimos calculando la proporción para un círculo de acuerdo a los rangos de áreas para la variable anterior.

Cuerpos de agua: todos los organismos dependen del agua para vivir. Incluso muchos organismos sólo viven en asociación permanente a cuerpos de agua.

Valor asignado	Rango
0	ausencia
1	presencia

Ubicación del área dentro de la cuenca: un área que protege la naciente es de mayor valor porque aseguramos la integridad de todo el sistema acuático. Así consideramos que el valor disminuye conforme bajamos hacia la desembocadura.

Valor asignado	Rango
1	desembocadura
2	medio
3	nacimiento

Conectividad: consideramos importante el grado de conectividad con otra área protegida para permitir el mantenimiento de organismos.

Valor asignado	Rango (%)
0	no conectado (rodeada de fincas agrícolas)
1	10 – 30 del perímetro conectado
2	31 – 50 del perímetro conectado
3	> 51 del perímetro conectado

Heterogeneidad del hábitat: entre más formaciones vegetales (hábitats) se encuentren dentro del área más especies pueden albergar. Para dar valores decidimos calcular el porcentaje de formaciones vegetales del total de la región que se encuentran dentro del área.

Valor asignado	Rango (%)
1	0 – 25 del total de hábitats
2	26 – 50
3	51 – 75
4	76 – 100

Grado de protección a nivel nacional: áreas con hábitats que están poco representadas en el sistema de protección de áreas deben ser priorizadas. Se corrige los datos para determinar la abundancia de particulares formaciones vegetales en el país (se considera el área de ese hábitat con los datos de mayor antigüedad y se compara con el área actual de ese hábitat).

Valor asignado	Rango (%)
1	75 – 100
2	51 – 75
3	26 – 50
4	0 – 25

Variables a nivel de comunidad y ecosistema

Número total de especies: Es importante proteger la mayor cantidad de especies. La manera en que determinamos rangos fue estableciendo que porcentaje del total de especies de la (s) región (es) fitogeograficas se encuentran dentro del área que estamos evaluando.

Valor asignado	Rango (%)
1	0 – 25
2	26 – 50
3	51 – 75
4	76 – 100

Número de especies endémicas de la región: las especies endémicas tienen mucho valor para la conservación por ser unicas al lugar donde se encuentran. Para los rangos, al igual que con el numero de especies, consideramos el porcentaje de especies endémicas de la región que se encontraban dentro de nuestra área. Tambien le damos el maximo valor si hay endémicos locales.

Valor asignado	Rango (%)
1	0 – 25
2	26 – 50
3	51 – 75
4	76 - 100
5	presencia de endemismo local

Número de especies migratorias: debido a sus movimientos entre ecosistemás y paisajes diferentes las especies migratorias son muy susceptibles a la perdida de hábitat. Consideramos que estas especies forman puentes entre ecosistemás (nutrientes, flujo genico, semillas). Al igual que en el punto anterior consideramos el porcentaje del total de especies migratorias para el área fitogeografica dentro del área evaluada.

Valor asignado	Rango (%)
1	0 – 25
2	26 – 50
3	51 – 75
4	76 – 100

Número de especies amenazadas: utilizando la lista roja de la UICN como guía, consideramos el porcentaje de las especies amenazadas que se encuentran dentro del área evaluada.

Valor asignado	Rango (%)
1	0 – 25
2	26 – 50
3	51 – 75
4	76 – 100

Número de especies invasivas-exóticas: la presencia de especies exóticas-invasivas sirve para aproximar el nivel de alteración del área. Consideramos que áreas con menor cantidad de especies invasivas (menor alteración) tendrían mayor diversidad, y por tanto, mayor valor de conservación.

Valor asignado	Rango (%)
1	76 – 100
2	51 – 75
3	26 – 50
4	0 – 25

Discusion

Nuestro objetivo era crear un método con bases biológicas para establecer prioridades en la asignación de recursos para la conservación. Después de largas discusiones logramos reducir la larga lista de variables a 14 que consideramos las más importantes (o inclusivas). Valores altos en las 14 variables, según nuestro criterio, asegura el funcionamiento de procesos evolutivos y ecológicos que generan y mantienen la biodiversidad.

Sin embargo, la asignación de recursos para conservación no siempre tiene el mismo objetivo. Es posible que el objetivo fuera identificar áreas de regeneración. Entonces se podría utilizar el mismo método, priorizando áreas con valores intermedios. Áreas con valores muy bajos se considerarían demasiado degradadas, por lo tanto muy difícilmente recuperables.

Cabe destacar que este índice sólo considera variables directamente relacionadas con procesos biológicos o ecológicos, quedando fuera cualquier factor social y actividades humanas. Para tomar en cuenta todas las variables de importancia para la conservación se debe contar con un equipo multidisciplinario que tenga los conocimientos necesarios para evaluarlas correctamente.

Anexo 1. Prueba del método

Variables	Finca el Ensayo		Cerro el Escondido	
	datos	índice	datos	índice
tamaño	600 ha	0	375	0
forma	cuadrado	4	ovoide	4
presencia de agua	3 quebradas	1		0
ubicación	nacientes	3		0
conectividad	70%	2	0	0
heterogeneidad	1	1	3	2
nivel de protección	80%	1	20%	4
total de especies	110	1	80	1
especies endémicas	3 (regional)	2	1 (local)	4
especies migratorias	10	1	25	1
especies amenazadas	2	1	0	0
exóticas-invasivas	1	3	0	4
reciclaje de nutrientes		NE		NE
variabilidad genética	0.75	3	0.20	1
TOTAL		23		21

PLAN ESTRATÉGICO PARA EL DESARROLLO DE LA RESERVA ECOLÓGICA VOLCÁN CACAO

Irene Zager, Mónica Olazábal, Carlos Martínez, Rosalía Fariña, Gabriel Colorado, Jimena Forero, Evelyn Astudillo & Mitch Aides

Palabras Clave: bosque seco, Guanacaste, manejo de bajo impacto, reserva ecológica, restauración de hábitats

Se nos asignó la tarea de organizar la creación de una reserva biológica en el área de Guanacaste, Costa Rica. Para ello era necesario desarrollar todo el proceso, desde la selección del sitio apropiado hasta la elaboración del plan de trabajo, estructuramiento y presupuesto de la reserva. Esta debía estar enfocada hacia la conservación y protección de la biodiversidad, así como a fomentar la investigación científica. La inclusión de un componente turístico era opcional, con la única restricción de que en caso de existir, éste debía ser de bajo impacto.

Para la puesta en práctica del proyecto contábamos con un presupuesto de US \$500.000, destinados a la compra de la tierra y a cubrir los gastos de operación durante los primeros tres años. Teníamos tres opciones para establecer la localización de la reserva (Fig. 1). La primera de ellas consistía en un área de 500 ha de tierras deforestadas (pastizales) y en diferentes grados de degradación, que se distribuyen en su mayoría dentro de la zona de vida de bosque seco, aunque incluyen una pequeña porción de la zona de bosque húmedo. Se ubica aproximadamente a 550 msnm, con un relieve principalmente plano y cercana al camino principal y a la estación de Santa Rosa. Estas tierras tenían un precio de US \$400 / ha.

La segunda opción era un área de bosque premontano maduro de 200 ha, ubicada aproximadamente a 1100 m de altura. Estas tierras estaban a la venta por US \$1000 / ha.

La última opción estaba constituida por una franja de 200 ha, que abarcaba porciones similares de las zonas de vida de bosque seco, húmedo, premontano y nublado en buen estado de conservación, que se extienden desde los 550 m hasta 1450 m de altura. Esta área se extiende a lo largo del cañón de una quebrada, tratándose de una zona de pendiente pronunciada. El precio de estas tierras también era de US \$1000 / ha.

Para seleccionar el área más adecuada para el establecimiento de la reserva, analizamos las ventajas y desventajas de cada una.

Zona 1: Pastizales

Esta es la zona de mayor tamaño, con la mejor relación entre área y perímetro, por lo que el efecto de borde es bajo. Es atravesada por una quebrada y un camino de servidumbre, lo que facilitaría el establecimiento de una estación biológica. Se encuentra en la zona de vida de bosque seco, la cual es una de las más amenazadas del neotrópico. Es propicia para realizar investigación orientada hacia la restauración de áreas degradadas y el uso de bajo impacto, siendo éste un objetivo innovador. Como desventaja encontramos que es una zona totalmente alterada, con baja diversidad y poco atractiva para algunos investigadores.

Zona 2: Bosque premontano

El área de esta zona es pequeña. Sin embargo, presenta buena relación entre área y perímetro, por lo que el efecto de borde es bajo. Se encuentra bosque maduro en buenas condiciones de conservación, en el que se presentan especies endémicas. A pesar de su vulnerabilidad e importancia, no existen reservas y estaciones biológicas con estas características dentro del país. Adicionalmente, esta zona es propicia para la investigación dirigida al manejo de áreas forestales. Sin embargo, contiene únicamente una zona de vida y presenta dificultades para la construcción de infraestructura, siendo necesaria una alta inversión.

Zona 3: Franja altitudinal

Presenta cuatro zonas de vida, con bosque maduro de alto valor de conservación y una quebrada a lo largo de toda su extensión. Sin embargo, tiene tamaño pequeño y un alto efecto de borde, y por su topografía requiere una alta inversión para la infraestructura.

Una reserva biológica que abarque un gradiente altitudinal es propicia y atractiva para diversas investigaciones, entre las que destacan cambio climático y migración de especies.

En base a los criterios utilizados, no es posible categorizar las áreas evaluadas según un rango de importancia para su conservación. Cada una presenta tanto características favorables como dificultades para el establecimiento de una reserva donde funcione una estación biológica. En vista de esto, optamos por establecer la reserva en el área de pastizales (Zona 1) debido a la originalidad y potencial de aplicación de las investigaciones que en ella podrían realizarse.

Una vez seleccionada el área en que iba a estar ubicada la reserva ecológica, decidimos crear "Restauración Internacional". Esta es una ONG sin fines de lucro, que estará dedicada a la organización y manejo de la reserva. Así mismo, establecimos que ésta última tendría como misión: Trabajar por la conservación a través de la restauración de áreas degradadas de bosques secos neotropicales, con miras a un manejo de bajo impacto.

Para ello, se proponen tres tipos de programas principales a ser desarrollados dentro de la reserva. Estos son:

Programa de Investigación

Objetivos: A través de la investigación en áreas degradadas de bosques secos obtendremos información sobre los procesos que afectan a la restauración o recuperación de dichas zonas para fomentar el uso racional de los suelos por manejo de bajo impacto que permita que todas esas áreas degradadas tengan una utilidad maximizada.

Como primera actividad, relacionada no sólo a investigación sino a toda la reserva, vamos a elaborar el Plan de Manejo de la Reserva Volcán Cacao para un plazo de 5 años. Este documento lo pondremos a consideración de un equipo de consultores que estará conformado por especialistas en finanzas, en restauración, en áreas protegidas y de la red de reservas privadas para contar con un documento definitivo.

La zonificación propuesta establece un área de 250 ha como zona de reserva y conservación . Esta zona estará conformada no sólo de pastizal para la regeneración, sino también por remanentes de bosque húmedo.

Para el establecimiento de infraestructura y otras áreas de manejo intensivo, incluyendo caminos y estacionamientos, destinaremos 3 ha del área total. El terreno restante, es decir, 247 ha, las emplearemos como zona de investigación.

Otra actividad directamente relacionada con la investigación es la de reunir a unos 5 profesionales locales y otros 5 de instituciones internacionales para que en 3 días de reuniones se les presente la reserva y la estación biológica con la idea de que obtengan fondos a través de propuestas particulares o en conjunto.

Subprogramas:

- Restauración de zonas degradadas por regeneración natural
- Restauración de zonas degradadas por revegetalización
- Estudios sobre cambios en la diversidad y colonización
- Recuperación de suelos
- Investigación en sistemas silvopastoriles

Programa Educación Ambiental

Objetivos: Ofrecer a la comunidad programas para la educación en la conservación de bosques secos y otros ecosistemas y en el conocimiento general y especializado de aspectos en ecología de la restauración para un involucramiento de los habitantes en problemas de sobreuso de suelos.

Subprogramas:

- Acercamiento a la comunidad: charlas
- Curso básico de Educ. Ambiental: dirigido a estudiantes escolares y secundarios
- Cursos especializados dirigidos a profesionales e investigadores en restauración
- Elaboración de materiales educativos de apoyo y didácticos.

Programa de Turismo de bajo impacto

Objetivos: Ofrecer espacio y actividades que involucren el contacto con la naturaleza y el aprendizaje de aspectos de la ecología, de forma que generen valorización de los sistemas que nos rodean con el menor impacto posible

Subprogramas

- Reconocimiento y captación de público interesado
- Visitas: para el establecimiento de alternativas a ser ofrecidas

Para el logro de los objetivos propuestos establecimos las actividades para los primeros años

1° Año

- Compra y registro de tierras
- Construcción de infraestructura básica

- Elaboración de Plan de Manejo
- Promoción de la Reserva
- Reunión con científicos especialistas

2° Año

- Proyectos de investigación en desarrollo
- Inicio del Programa de Educación Ambiental

3° Año

- Ampliación de infraestructura y capacidad de alojamiento
- Capacitación del personal en recepción y manejo de grupos
- Inicio de servicios para recibir y dictar cursos
- Inicio del Programa de turismo de bajo impacto
- Inicio de fase de Manejo de bajo impacto

4° Año

- Servicios de asesoramiento: donde difundiremos los conocimientos de restauración y manejo de bajo impacto a otras localidades

A largo plazo

- Compra de tierras aledañas: con el fin de ampliar la zona protegida e incluir otras zonas de vida

Para las actividades de los primeros dos años contamos con fondos iniciales de US \$500.000 que serán distribuidos según el Cuadro 1

La búsqueda de financiamiento para la continuidad de los programas a cargo del Director Ejecutivo a través de donaciones y aportes de instituciones que deseen participar en investigaciones experimentales para conocer el proceso de duración de la restauración de bosques secos intervenidos. Las fuentes potenciales de financiamiento serían:

- Fondos de universidades estatales y privadas de Costa Rica en forma de subsidios para los programas de investigación de estudiantes, extendiéndose a universidades extranjeras
- Fondos de empresa privada, nacional y extranjera
- Aportes de otras ONG's, reservas ecológicas y agencias gubernamentales que deseen involucrarse en los proyectos de investigación
- Localización de donaciones a través de amigos, entidades públicas y privadas, agencias gubernamentales para el equipamiento del laboratorio y oficina, entre otros, además de adquirir equipos de energía alternativa.

Adicionalmente se contará con fuentes minoritarias de ingreso, las cuales incluirán la venta de accesorios y productos de los programas de bajo impacto, servicios de hospedaje e investigadores, cursos y público en general, servicios de consultoría y pagos por servicios ambientales por parte del gobierno de Costa Rica.

Cuadro 1. Presupuesto general para el funcionamiento de la Reserva Ecológica Volcán Cacao.

Gastos Iniciales		
	Compra y registro de tierras	\$ 220.000
	Construcción y equipamiento	50.000
	Plan de manejo (6 personas x 2 días)	7.200
Bienes:	Vehículo 4x4	20.000
	Computadora	2.000
Gastos anuales fijos		
Salarios:	Director Ejecutivo	72.000
	Jefe de manejo	19.200
	Obreros x 2	19.200
	Contador	2.000
	Servicios básicos (agua, teléfono, internet)	3.400
	Gastos de representación	34.600
	Otros (oficina, seguros, promoción)	9.400
Programa Investigación:	Invitación a investigadores	12.500
	Mantenimiento de infraestructura	10.000

El presupuesto invertido por dos años es US \$481.500 teniéndose un restante de US \$18.500

Los pensamientos más elevados del 2003-2

Es que estoy brincando porque tengo el palo entre las piernas
(Evelyn en el comedor de Cuereci)

Medí el nectar de las hojas rojas negras
(Evelyn midiendo nectar de Inga)

Lo importante es el tamaño y la dureza
(Irene en Pocosol)

Lo que me hace pensar es que de pronto no se
(Delicia filosofando)

Entonces es cierto que los chapulines fotosintetizan
(continúa Delicia filosofando)

Los hongos atacan los tejidos vivos de las hojas muertas
(David, 2003)

Ellos nos son como nosotros que nos palpita el corazón cuando vemos el “pajarito”
(Esteban tratando de incluirnos en su modelo)

No se si voy a poder reconocer entre pipi y popo
(Evelyn explicando como reconocer pichones)

Si es Malvacea es Malvacea sino es otra especie
(Che y sus amplios conocimientos de botánica)

Practicamente, todo lo que tengo es el tuyo
(Xiomara decepcionada a Gustavo)

Que yo sepa, yo no se
(el filósofo Marcelo)

Estas son todas las observaciones que vimos durante todo el periodo de observacion
(Marcelo, 2003-2a)

Recuerde que dijo Rogelio que es más rico hacerlo en periodos de 15 minutos
(Evelyn enseñando a Josué)

¿Oiga, y eso no se le para cuando vaya creciendo?
(Evelyn preocupada a GB)

Me preocupa la disponibilidad del hueco. Sobre todo porque algunas lo prefieren hacer
vertical pero lo hacen tambien horizontal
(Luciana preocupada en La Selva)

Siempre hay que ver lo que hay disponible entre las hembras
(Carlos Cordero seleccionando en La Selva)

Es que ese GB no deja de tocarse el pito
(Delicia molesta)

Las arañas no son los arácnidos con más especies, sino las termitas
(Vivian dando catedra de aracnidos)

Creo que se debe determinar una determinada cantidad
(Luciana discutiendo de conservación)

Los pepinos de mar son equinodermos, igual que los caballos
(Delicia una vez más)

La evolución de la teoría multidimensional en biología

Autor: el che-bond, 2003-2

Todo comenzó en Parrita con la especie de mariposa x sobre la planta y. Luego en Cuericí le agrego la pendiente, pero después,... mejor NO. Hasta que finalmente en Palo Verde, el che incluyó la dimensión z, dando origen así a la teoría mulitdimensional (teoría del cubo) en biología. En Pocosol dos nuevas dimensiones fueron incorporadas al modelo: el pH (porque el aparato lo daba) y la altura porque la altura ... es la altura. Sin embargo, en La Selva, al estar en el campo, se dió cuenta de la realidad.

Profesores descansando en paz



Little Frank



Rogelio practicando meditación profunda



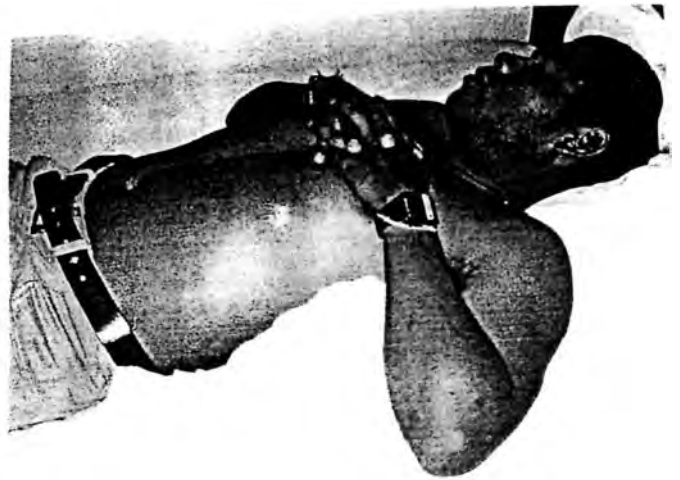
El “coordi” mostrando sus atributos físicos

Obituario



La guerra no reconoce sexos

Efecto de la guerra de informes de Pta. Morales



Las chicas también caen



Momentos Memorables



Johel en su salsa



¿Y dónde está mi chica?

Topo Gigio y sus amigos



Picachú saliendo de su poquebola

APRENDER DE RODRIGO

ES NUESTRA FILOSOFÍA,



El corte de pelo
por

¢2,50



Yo que pensaba que sería la última

Adivinen quién es el cubano



Diversiones ¿inofensivas?



Desenlace Fatal en Tres Actos



DIRECCIONES

ECOLOGÍA TROPICAL Y CONSERVACIÓN 2003-2

ARGENTINA

1. Rodrigo Martín Becerra Serial
Doblas 940 7° A
Ciudad Autónomas de Buenos Aires
Argentina
<rhbecerra@hotmail.com>

2. Luciana Elizalde
Universidad Nacional de Quilmes
Centro de Estudios e Investigaciones
Roque Sáenz Peña No. 180
Bernal B1876BXD
Buenos Aires, Argentina
<lelizalde@unq.edu.ar>
<luelizalde@hotmail.com>

BOLIVIA

3. Alain Carretero Mendoza
Av. Jaime Mendoza No. 2555
Sucre, Chuquisaca 1046
Bolivia
<anmipalmar@cotes.net.bo>
<ala_hin@yahoo.com>

BRASIL

4. Luciano Elsinor Lopes
R. Latino Coelho, 1301 Apto. B1
Campinas 13087-010
Sao Paulo, Brasil
<llopes_br_2000@yahoo.com.br>

COLOMBIA

5. Xyomara Carretero Pinzón
Cra. 8 No. 46-66 Apto 503 o Diagonal 109 No. 31-04
Apto 202 Int 5.
Bogotá, Colombia
<xyocarretero@yahoo.es>

6. Gabriel Jaime Colorado Zuluaga
Calle 52B No. 80'35, Apt. 402
Medellín, Antioquia
Colombia
<gjcolora@epm.net.co>

7. Jimena Forero Montaña
Transversa I A No. 55-20
Bogotá, Colombia
<jimefore@yahoo.com>

8. Gustavo Adolfo Londoño Guerrero
Av. 5A No. 51-07
Barrio La Flora, Cali
Valle del Cauca, Colombia
<galembo76@yahoo.com>

COSTA RICA

9. Marcelo Luiz Ardón Sayao
Institute of Ecology
University of Georgia
Athens, GA 30602
USA
<mardon@uga.edu>

CUBA

10. Luis Roberto González Torres
Jardín Botánico Nacional
Universidad de la Habana
Carretera El Rocío Km. 3.5
La Habana 19230, Cuba
<lr_gonzalez_torres@yahoo.com>

ECUADOR

11. Evelyn Astudillo Sánchez
Cdla. Sauces I MZ F 36 V12
Guayaquil, Guayas
Ecuador
<escbio@yahoo.com>
<ecoevita@hotmail.com>

12. David Ernesto Suárez Duque
Herbario Nacional del Ecuador
Avenida Río Coca E6-115 e
Isla Fernandina
Quito 17-21-1781
Pichincha, Ecuador
<Hongosecuador@hotmail.com>
<Davsua2@yahoo.com>

MEXICO

13. Ruth Percino Daniel
El Colegio de la Frontera Sur
Conservación de la Biodiversidad
Carr. Panamericana y periférico sur s/n
San Cristóbal de las Casas 29290
Chiapas, México
<rpercino@scl.ecosur.mx>

14. Josué Ramírez Romero
31 A Norte 1028 Villa Sn. Alejandro
Puebla 7200
México
<jramirl@yahoo.com>

PANAMA

15. Juan Carlos Villarreal Aguilar
Santa Ana, calle 14, casa 13152
Panamá, Panamá
<jcvillarreal75@hotmail.com>

16. Elizabeth María Osorio Gil
Universidad de Panamá
Botánica/Biología, Facultad de Ciencias
Urb. El Cangrejo, Calle Manuel E Batista
Panamá
<elizabeth_osorio@hotmail.com>

PARAGUAY

17. Rosalía Beatriz Fariña Cardozo
Fundación Moisés Bertoni
Gerencia de Investigación
Prócer Arguello 208
Asunción 1209, Paraguay
<mbertoni@mbertoni.org.py>
<rfarina@mbertoni.org.py>

PERU

18. Mónica R. Olazabal Loayza
Calle Desamparados No. 111
Cusco 084
Perú
<olazabal_m@yahoo.com>

19. Delicia Pino Garay
Jr. Nevado Auzangate 349
Urb. Las Flores de Primavera
Paradero 22, Lima 36
Perú
<ciadeli@yahoo.com>

PUERTO RICO

20. Carlos César Martínez Rivera
213 Tucker Hall
Division of Biological Sciences
University of Missouri-Columbia
Columbia, MO 65211-7400
USA
<cc_martinez@hotmail.com>
<ccmwvf@mizzou.edu>

VENEZUELA

21. Irene Zager Fernández
Urb. Sta. Cecilia Calle 5, No. 10-27
Caracas 1071
Edo. Miranda, Venezuela
<irenezf@hotmail.com>

INDICE POR PALABRAS CLAVE

Acacia collinsii 166
Agallas 223, 227
Alimentación de pichones 148
Alometría 52
Ambientes degradados 39
Anartia fatima 39
Anfibios de hojarasca 360
Antocianinas 193, 211
Anuros 158
Aphylophorales 42
Aposemátismo 176
Aprendizaje 176
Arañas ladronas 20
Argyrodes sp. 20
Asignación de recursos 402
Atta cephalotes 293, 342, 350
Aves acuáticas 124
Begonia 271
Biomasa 86
Biomonitoreo 201
Bosque de *Quercus* 86
Bosque premontano 214
Bosque tropical seco 158
Braconidae 227
Calidad de agua 201
Cargas de polen 115
Carludovica sp. 261
Caza y pesca furtiva 393
Cecidomyiidae 198, 214, 223, 227
Cecropia 237, 284
Cephaloleia 230
Characidos 304
Cíclidos 304
Claros jóvenes 314
Claves visuales 342
Cleptoparasitismo 20
Colibri thalassinus 110
Colonización de pecíolos 237
Competencia por cuernos 170
Comportamiento agresivo 110
Comportamiento alimenticio 20
Compuestos secundarios 219, 271
Condiciones extremas 57, 80
Conducta de abandono 24
Conducta precopulatoria 71
Conservación 402
Contaminación 393

Corticiaceae 42
Costus spp. 211
Cuerpos de agua 158
Cuidado parental 142
Defensa antihervívoro 33
Defensa de territorio 364
Deforestación 393
Dendrobates pumilio 360
Densidad de plántulas 161, 329
Depredación 139
Depredación de semillas 234
Descomposición 338
Despliegues visuales 364
Dispersión de frutos 356
Distribución espacial 304
Drosofilidos 377
Dysdercus binoculatus 180
Ectatomma ruidum 139, 176
Ectoparásito koinobionte 198
Efecto borde 318
Eficiencia de forrajeo 293
Elaeis guineensis 14, 47
Entedoninae 227
Epífitas 14
Escobedia 92, 100
Esfuerzo reproductivo 260
Especialización 100
Especies exóticas 363
Estabilimentos 9
Estrategia reproductiva 129
Estructura poblacional 324
Euglossini 297
Eulophidae 227
Eurytomydae 227
Éxito reproductivo 214
Ficus insipida 338
Filotaxia variable 321
Formación de coro 266
Forrajeo en grupo 142
Forrajeo óptimo 350
Fragancias de atracción 297
Fragmentación 318
Función de Ricker 350
Fundación de colonias 170
Gasteracantha cancriformes 9, 20
Gerridae 129
Gonatodes albigularis 47
Gradiente altitudinal 52
Guardia copulatoria 129
Hamelia patens 321
Hervivoría 100, 184, 193, 219, 271, 278

Huevos tróficos 242
Hydropsichidae 250
Hyla microcephala 158
Hypericum spp. 57
Inga spp. 193, 281
Insectos filtradores 250
Interaccion planta-animal 33, 39, 115, 135, 161, 166, 180, 281
Interacciones entre machos 110, 266, 364
Intercepción de luz 311
Ionopsis 309, 380
Iriarteia deltoidea 234, 278
Ischnosiphon 311
Jabiru mycteria 148
Jacana spinosa 142
Jaquinia 184
Lamourouxia lanceolata 63, 92
Lek 110
Leptodactylus melanonotus 158
Lirio de agua 124
Macroinvertebrados 201, 333
Malachiidae 71
Malvavicus arboreus 180
Manejo de bajo impacto 407
Manejo de senderos 329
Micorrizas en orquídeas 309, 380
Microhábitats 124
Modelo de Janzen y Connell 234
Modelo de optimización 350
Morfometría de aves 372
Mymelachista sp. 242
Mymelion 139, 188
Nasutitermes sp. 4, 29
Nectarios extraflorales 33, 281
Nectarívoros 92
Neodophriniphora curvinervis 342, 385
Oudemasiella canarii 377
Páramo 57, 80
Passalidae 105
Pentagonia sp. 205, 261
Phoridae 350, 385
Piper hispidum 214, 223, 273, 276
Plan de manejo 393
Plasticidad foliar 80
Platygaster sp. 198, 227
Plesiometia argyra 24
Producción de néctar 63, 92
Pseudomyrmex 135, 166, 170
Psychotria 219
Reclutamiento 324
Recurso alimentario 33
Regeneración 314

Reparación de tela 24
Respuesta a invasión 135
Riesgo de depredación 266, 364
Riqueza de especies 14
Rizoctonia 309, 380
Schyzophillum commune 42
Scolytodes 237, 284
Selección de hábitat 47, 105, 368
Selección por tamaño 71
Selección sexual 71, 129
Señales visuales 9
Senecio sp. 80
Simbiontes 301
Socratea durissima 324
Tayassu tajacu 368
Tengella radiata 301
Termitero 29
Tiendas de murciélagos 205, 254, 261, 387
Tifa 124
Tricomas Glandulares 100
Troncos caídos 105
Vaccinum consanguineum 52
Zamia 288